Jurnal Penelitian Inovatif (JUPIN)
Vol. 6, No. 5, November 2026, Hal. 4105-4114
https://jurnal-id.com/index.php/jupin

DOI: https://doi.org/10.54082/jupin.2965
p-ISSN: 2808-148X
e-ISSN: 2808-1366

Tinjauan Literatur Kompatibilisasi Polietilena Densitas Rendah Linier/Pati Termoplastik Berpengisi Serbuk Sabut Kelapa dengan Polietilena Termodifikasi Anhidrida Maleat

Della Apriyani Kusuma Putri[*1], Firda Aulya Syamani[2], Ina Ana Khoeriah[3], Yuliana Sari[4]

[1,3,4] Program Studi Pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Muhammadiyah Bogor Raya, Jl. Raya Leuwiliang No. 106, Kabupaten Bogor, Jawa Barat 16640, Indonesia
[2] Pusat Riset Biomassa dan Bioproduk, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN), KST Soekarno, Jl. Raya Bogor Km 46, Cibinong, Kabupaten Bogor, Jawa Barat 16911, Indonesia
Email: akpdella@gmail.com

Abstrak

Perbedaan polaritas antara matriks polietilena dan komponen biomassa dapat memengaruhi interaksi antarfase serta sifat mekanik komposit. Kajian ini bertujuan menganalisis mekanisme dan efektivitas polietilena termodifikasi anhidrida maleat (MAPE) sebagai kompatibilisator pada komposit polietilena densitas rendah linier (LLDPE), pati termoplastik (TPS), dan serbuk sabut kelapa. Penelitian dilakukan melalui tinjauan literatur naratif terarah terhadap 23 publikasi, termasuk 19 sumber terbitan 2022–2026, dengan mempertimbangkan jenis matriks, karakteristik pengisi, kompatibilisator, dan metode karakterisasi. Hasil kajian menunjukkan bahwa penggunaan MAPE berpotensi meningkatkan interaksi antarfase, tetapi efektivitasnya dipengaruhi oleh komposisi, karakteristik pengisi, distribusi material, dan kondisi pemrosesan. Penelitian pada komposit LLDPE–sabut kelapa menunjukkan bahwa penambahan MAPE tidak selalu mengurangi porositas, sedangkan pada komposit polietilena–serat bambu, penggunaan kompatibilisator belum menunjukkan perbaikan adhesi antarfase yang jelas berdasarkan pengamatan mikroskop elektron. Berdasarkan sintesis tersebut, kajian ini mengusulkan pendekatan evaluasi kompatibilisasi melalui perbandingan formulasi dengan dan tanpa MAPE serta integrasi analisis FTIR, morfologi permukaan patahan, dan pengujian tarik. Karakterisasi DSC dan XRD digunakan sebagai pendukung untuk memahami pengaruh perubahan kristalinitas terhadap sifat material. Pendekatan ini memberikan dasar ilmiah dalam perancangan eksperimen dan penilaian efektivitas kompatibilisasi pada komposit LLDPE/TPS berpengisi serbuk sabut kelapa.

Kata kunci: *kompatibilisasi, LLDPE, MAPE, pati termoplastik, sabut kelapa, tinjauan literatur*

Abstract

Differences in polarity between polyethylene matrices and biomass-derived components can affect interfacial interactions and the mechanical properties of composites. This review aims to analyze the mechanisms and effectiveness of maleic anhydride-grafted polyethylene (MAPE) as a compatibilizer in composites containing linear low-density polyethylene (LLDPE), thermoplastic starch (TPS), and coconut coir powder. A focused narrative literature review was conducted using 23 publications, including 19 published between 2022 and 2026, considering matrix type, filler characteristics, compatibilizers, and characterization methods. The findings indicate that MAPE has the potential to enhance interfacial interactions; however, its effectiveness depends on formulation, filler characteristics, material dispersion, and processing conditions. Studies on LLDPE–coconut coir composites showed that MAPE addition did not consistently reduce porosity, while investigations involving polyethylene–bamboo fiber composites reported no clear improvement in interfacial adhesion based on electron microscopy observations. Based on this synthesis, an integrated approach is proposed to evaluate compatibilization by comparing formulations with and without MAPE and combining Fourier-transform infrared spectroscopy (FTIR), fracture-surface morphology analysis, and tensile testing. Differential scanning calorimetry (DSC) and X-ray diffraction (XRD) are considered complementary techniques for understanding the contribution of crystallinity changes to material properties. This approach provides a scientific basis for experimental design and the assessment of compatibilization effectiveness in LLDPE/TPS composites containing coconut coir powder.

Keywords*: coconut coir, compatibilization, LLDPE, literature review, MAPE, thermoplastic starch*

1. PENDAHULUAN

Komposit polietilena dan komponen biomassa menarik karena dapat memanfaatkan sumber daya terbarukan dalam matriks termoplastik. Namun, penggunaan bahan terbarukan tidak otomatis menjadikan seluruh komposit dapat terbiodegradasi. Pada sistem campuran LLDPE dan pati termoplastik (TPS), perbedaan polaritas antara hidrokarbon nonpolar dan gugus hidroksil pati dapat membatasi pembasahan serta adhesi antarfase (Yoo et al., 2002; Sabetzadeh et al., 2015; Soo et al., 2024).

Ketika sabut kelapa ditambahkan sebagai pengisi, persoalannya meluas dari kontak dua fase menjadi interaksi matriks polimer, fase pati, dan partikel lignoselulosa. Penelitian eksperimental memperlihatkan hubungan sifat permukaan dan proses dengan kinerja komposit pada polietilena/pati (Stelescu et al., 2024; Wangtueai et al., 2022), polietilena/serat bambu (Bosenbecker et al., 2024), serta pengisi selulosa pada sistem polietilena/EVA (Shelenkov et al., 2024). Perbedaan jenis matriks dan pengisi di antara studi tersebut membatasi penerapan langsung hasilnya.

Studi yang lebih dekat dengan komposit sasaran telah tersedia. León et al. (2025) menguji LLDPE dan serat sabut kelapa dengan variasi kadar serta ukuran pengisi; bahan tambahan MAPE tidak menurunkan porositas pada kondisi rotomolding mereka. Putri et al. (2024) menguji lembaran LLDPE dengan penambahan lignin atau serbuk sabut kelapa dan menemukan bahwa kadar pengisi memengaruhi respons mekanik serta termal, tetapi tanpa fase TPS dalam formulasinya. Sivakumar et al. (2023) membandingkan pemrosesan komposit polietilena–serat kelapa melalui melt mixing dan metode larutan, sedangkan Babu dan Kutty (2021) menguji kompatibilisasi reaktif serat sabut kelapa pada HDPE. Keempat studi tersebut relevan tetapi belum identik dengan sistem empat komponen LLDPE/TPS/MAPE/serbuk sabut kelapa.

Sejumlah penelitian lain menegaskan pentingnya memisahkan efek kompatibilisator dari efek komposisi maupun proses. Die et al. (2023) mengkaji LLDPE dengan serbuk mineral dan MAPE, Li et al. (2023) menguji bahan tambahan polietilena fungsional pada sistem pengisi mineral, dan Endesha et al. (2026) menilai komposit HDPE–serbuk kayu dengan agen penghubung. Alim et al. (2023) menguji PE-g-MA pada campuran LDPE/poliester, sedangkan Dharmaratne et al. (2025) menunjukkan besarnya peran panjang dan kadar serat kelapa pada komposit LDPE. Temuan lintas sistem tersebut memperlihatkan bahwa satu nilai kuat tarik atau satu pita FTIR tidak memadai untuk mengisolasi peran MAPE.

Kebaruan sintesis ini terletak pada pertemuan tiga kelompok bukti yang biasanya dibahas terpisah: mekanisme antarmuka polietilena–pati, kinerja pengisi sabut kelapa dalam polietilena, dan kecukupan bukti untuk menyimpulkan efektivitas kompatibilisator. Kajian diarahkan untuk menjawab: (1) mekanisme interaksi apa yang didukung bukti primer; (2) faktor apa yang membatasi efektivitas MAPE pada campuran multi-fase; dan (3) kombinasi karakterisasi apa yang mampu membedakan interaksi antarmuka dari perubahan struktur atau komposisi. Tinjauan ini bukan pelaporan ulang data eksperimen FTIR–uji tarik penulis.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Rancangan dan strategi penelusuran

Kajian menggunakan tinjauan literatur naratif terarah, bukan systematic review atau meta-analisis. Penelusuran dan pemeriksaan ulang sumber untuk revisi naskah dilakukan hingga 12 November 2026 melalui PubMed, AGRIS/FAO, halaman penerbit, serta pencocokan DOI dan metadata judul. Kombinasi istilah yang digunakan antara lain “LLDPE” AND “coir fiber”; “polyethylene” AND “thermoplastic starch” AND “maleic anhydride”; “coconut coir” AND “polyethylene” AND “compatibilizer”; serta “PE-g-MA” AND “interfacial adhesion”. Pencarian juga dilakukan menggunakan judul dan DOI studi yang teridentifikasi dari daftar referensi.

Kajian akhir merangkum 23 publikasi yang tercantum dalam Daftar Pustaka: 15 studi eksperimental primer dan delapan artikel tinjauan. Sebanyak 19 dari 23 sumber (82,6%) terbit pada 2022–2026 dan diprioritaskan sebagai dasar sintesis temuan kontemporer. Empat studi yang lebih lama dipertahankan karena merupakan penelitian mekanisme dasar atau studi langsung yang sulit digantikan: Yoo et al. (2002), Sabetzadeh et al. (2015), Hasan et al. (2021), dan Babu dan Kutty (2021). Jumlah hasil pencarian

DOI: https://doi.org/10.54082/jupin.2965
p-ISSN: 2808-148X
e-ISSN: 2808-1366

awal atau artikel yang dieliminasi tidak dicatat dalam protokol prospektif; karena itu, angka tersebut tidak diklaim dan diagram PRISMA tidak digunakan.

2.2. Kriteria relevansi dan pengelompokan bukti

Sumber dimasukkan bila menampilkan (i) interaksi polietilena dengan TPS atau pati; (ii) pengisi serbuk/serat sabut kelapa dalam matriks polietilena; (iii) fungsi MAPE/PE-g-MA pada antarmuka; atau (iv) pengujian yang mampu mengaitkan perubahan kimia, morfologi, dan sifat mekanik. Publikasi berbasis poliester, HDPE, LDPE, bambu, atau pengisi mineral hanya dipakai sebagai bukti analog, bukan sebagai hasil langsung pada formulasi empat komponen.

Bukti diklasifikasikan berdasarkan kedekatan pada tiga dimensi: matriks (LLDPE lebih dekat dibanding HDPE atau poliester), pengisi (serbuk sabut kelapa lebih dekat dibanding serat panjang, bambu, atau mineral), dan kompatibilisator (MAPE/PE-g-MA lebih dekat dibanding agen penghubung lain). Sebagai contoh, Sabetzadeh et al. (2015) relevan untuk mekanisme PE/TPS dengan PE-g-MA tetapi tidak memasukkan sabut kelapa; León et al. (2025) relevan untuk LLDPE/sabut kelapa dan MAPE tetapi tidak mengandung TPS; Die et al. (2023) relevan untuk LLDPE/MAPE tetapi pengisinya mineral. Ketiga studi tidak dipool menjadi satu estimasi efek kompatibilisator.

Setiap publikasi dibandingkan menurut formulasi, pembanding/kontrol, metode karakterisasi, temuan dan batas generalisasinya. Perbandingan kuantitatif dilakukan hanya dalam satu studi dengan komposisi pengujian yang jelas (Sabetzadeh et al., 2015), bukan dengan mencampurkan nilai kuat tarik dari laboratorium berbeda.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Sintesis studi primer dan celah bukti

Bukti primer memperlihatkan tiga kelompok persoalan: (1) campuran PE–TPS dengan kompatibilisator maleat; (2) antarmuka LLDPE–sabut kelapa; dan (3) analog PE–pengisi lain. Tabel 1 merangkum formulasi, perbandingan yang benar-benar diuji, temuan, dan batas penerapan agar satu studi tidak dikutip berulang tanpa memperjelas perbedaannya.

Pengelompokan tersebut memperlihatkan bahwa bukti paling langsung tentang sistem empat komponen masih terbatas. Kombinasi LLDPE–sabut kelapa pada León et al. (2025) penting karena kompatibilisator tidak mengatasi porositas pada kondisi percobaan mereka. Hal ini menentang klaim bahwa penambahan MAPE selalu menghasilkan permukaan komposit lebih baik. Sebaliknya, data PE–TPS pada Sabetzadeh et al. (2015) menjelaskan pengaruh perubahan kadar pati dalam formulasi yang sudah mengandung kompatibilisator. Kedua studi menjawab pertanyaan berbeda dan harus dibaca bersama, bukan disatukan menjadi kesimpulan kausal.

Kajian terdahulu mengenai sabut kelapa (Hasan et al., 2021; Imran et al., 2024; Madueke et al., 2023, 2024; Nissar et al., 2025) menyediakan konteks variasi lignin, bentuk serat, kadar air, dan perlakuan permukaan. Namun, sintesis sekunder tersebut tidak menggantikan kontrol eksperimen pada ukuran serbuk, komposisi, serta prosedur pemrosesan aktual.

3.2. Mekanisme antarmuka dan faktor penentu efektivitas MAPE

Segmen polietilena pada MAPE memiliki kesamaan kimia dengan fase LLDPE sehingga asosiasi antarrantai atau belitan fisik mungkin terjadi. Gugus anhidrida maleat pada MAPE berpotensi berinteraksi dengan gugus hidroksil pada pati serta komponen lignoselulosa. Reaksi esterifikasi pada kondisi tertentu mungkin terjadi, tetapi keberadaan gugus karbonil pada FTIR saja tidak membuktikan terbentuknya ikatan baru karena pita tersebut dapat berasal dari MAPE awal, komponen teroksidasi, atau tumpang tindih spektrum (Yoo et al., 2002; Wangtueai et al., 2022).

Sifat bahan pengisi sangat menentukan apakah mekanisme yang diusulkan terealisasi. Pengeringan, kadar air TPS, ukuran ayakan serbuk, fraksi lignin/selulosa, dan perlakuan permukaan dapat mengubah pembasahan dan dispersi. Semakin besar kecepatan pengadukan, semakin tinggi peluang peningkatan dispersi sekaligus kerusakan serat atau pemanasan geser; akibatnya efek terhadap kekuatan tarik tidak harus monoton (Sivakumar et al., 2023; León et al., 2025).

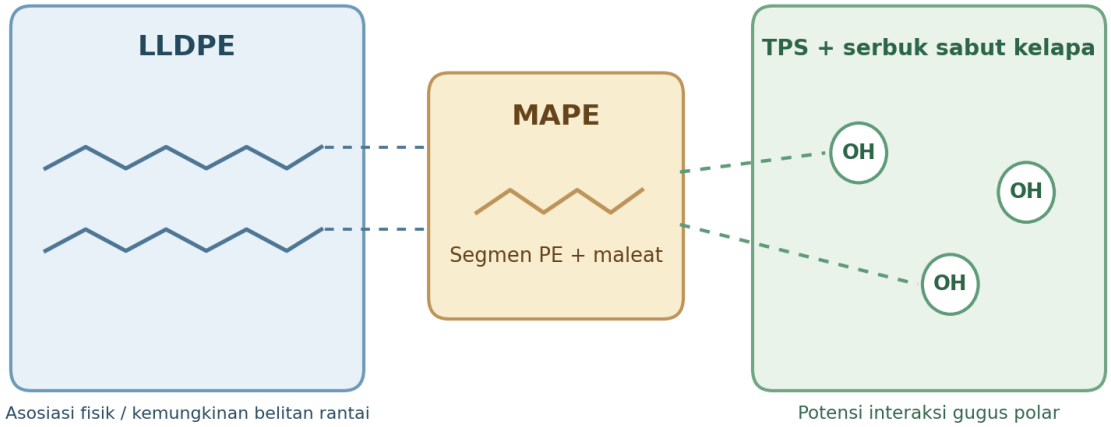
DOI: https://doi.org/10.54082/jupin.2965
p-ISSN: 2808-148X
e-ISSN: 2808-1366

Tabel 1. Perbandingan Studi Primer dan Keterterapan pada Sistem LLDPE/TPS/MAPE/Sabut Kelapa

Sumber	Formulasi dan pembanding	Temuan karakterisasi	Batas penerapan
Yoo et al. (2002)	PE/pati + maleated PE; kontrol reaksi antarmuka	Analisis gugus fungsi, SEM, mekanik mendukung reaksi pada formulasi tersebut	Tidak mencakup pengisi sabut kelapa
Sabetzadeh et al. (2015)	LDPE/LLDPE=70/30; TPS 5–20%; PE-g-MA tetap 3%	TPS lebih tinggi diikuti turunnya kekuatan tarik 18,0 ke 10,5 MPa	Mengubah TPS, bukan kadar PE-g-MA; tidak memuat sabut
Wangtueai et al. (2022)	TPS/PEMAH/gelatin; variasi gelatin	Perubahan morfologi dan sifat tarik karena kompatibilisasi multiphase	Gelatin tidak ada pada sistem sasaran
Stelescu et al. (2024)	HDPE/pati terplastisasi + aditif	Pati/aditif memengaruhi karakter termal dan kristalisasi	HDPE berbeda dari LLDPE
León et al. (2025)	LLDPE/serat sabut 0–20%; mesh; bahan tambahan MAPE	Porositas tinggi; MAPE tidak menurunkan porositas pada rotomolding	Bentuk proses dan tidak ada TPS
Putri et al. (2024)	LLDPE + lignin atau serbuk kelapa (1–9%)	Kadar pengisi berhubungan dengan sifat mekanik/termal lembaran	Tidak memuat TPS dan MAPE bersama
Babu & Kutty (2021)	HDPE/serat sabut pendek; maleasi in situ	Kompatibilisasi reaktif dan morfologi antarmuka membaik	HDPE dan skema reaksi berbeda
Bosenbecker et al. (2024)	LDPE hijau/bambu; dua kompatibilisator	Perubahan sifat tidak selalu sejajar dengan adhesi SEM	Bambu berbeda dari serbuk kelapa
Die et al. (2023)	LLDPE/serbuk marmer + MAPE	MAPE memengaruhi sifat sistem bermuatan mineral	Pengisi tidak memiliki gugus seperti lignoselulosa
Sivakumar et al. (2023)	PE/serat sabut; metode pencampuran dan orientasi	Kerusakan serat dan orientasi berperan dalam sifat tarik	Serat bukan serbuk dan tidak melibatkan TPS
Dharmaratne et al. (2025)	LDPE daur ulang/serat kelapa; variasi kadar/panjang	Sifat mekanik ditentukan geometri dan kadar serat	LLDPE/TPS/MAPE tidak diuji
Endesha et al. (2026)	HDPE/serbuk kayu + MAPE; variasi fraksi polimer	SEM dan mekanik membantu menilai efek formulasi	Jenis matriks dan pengisi berbeda

Tinjauan Boey et al. (2022) juga menjelaskan potensi perlakuan biologis dalam modifikasi permukaan pengisi lignoselulosa, tetapi keberhasilannya perlu diuji ulang pada serbuk sabut kelapa dengan geometri aktual. Pada komposit bermuatan mineral, MAPE juga dapat memengaruhi sifat pemrosesan, tetapi mekanisme transfernya terbatas karena permukaan mineral tidak sama dengan gugus hidroksil pada biomassa (Die et al., 2023; Li et al., 2023).

DOI: https://doi.org/10.54082/jupin.2965
p-ISSN: 2808-148X
e-ISSN: 2808-1366

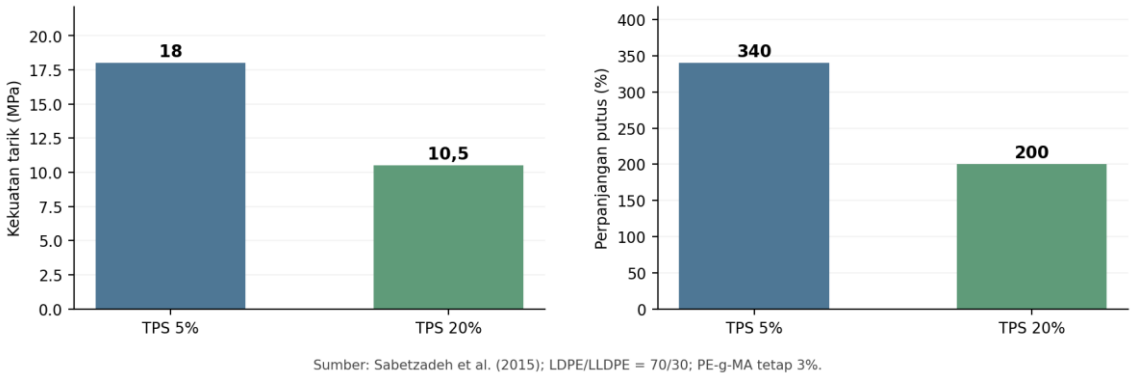


Gambar 1. Skema konseptual potensi interaksi antarfase; garis putus-putus bukan bukti reaksi kovalen.

Gambar 1 membedakan dugaan asosiasi fisik segmen PE–LLDPE dari kemungkinan interaksi gugus polar MAPE–TPS/sabut. Skema tersebut tidak menggambarkan ikatan yang telah diukur. Bukti FTIR, SEM, dan sifat tarik harus dibaca bersama dengan kontrol tanpa MAPE sebelum menyimpulkan bahwa ikatan antarfase benar-benar bertambah.

3.3. Ilustrasi historis kuantitatif: kadar TPS dengan PE-g-MA tetap

Sebagai pembanding historis yang tidak menjadi dasar utama simpulan kajian ini, Sabetzadeh et al. (2015) memvariasikan kadar TPS dari 5% menjadi 20% pada campuran LDPE/LLDPE 70/30 dengan kadar PE-g-MA tetap 3%. Kekuatan tarik yang dilaporkan turun dari 18,0 menjadi 10,5 MPa (selisih 7,5 MPa atau 41,7% relatif terhadap nilai awal), sedangkan perpanjangan putus turun dari 340% menjadi 200% (selisih 140 poin persentase). Gambar 2 menampilkan dua titik ujung komposisi dalam publikasi tersebut sebagai data sekunder, bukan hasil percobaan penulis.



Gambar 2. Data sekunder Sabetzadeh et al. (2015): kadar TPS berubah, kadar PE-g-MA tetap 3%.

Penurunan mekanik tersebut tidak dapat diatribusikan sebagai akibat kegagalan MAPE, karena variabel bebas yang berubah adalah kadar TPS. Fraksi pati yang meningkat dapat memodifikasi kontinuitas fase, distribusi domain, penyerapan kelembapan, dan plastisasi. Tanpa pembanding kadar MAPE berbeda pada komposisi TPS tetap, hubungan dosis–respons kompatibilisator tidak teridentifikasi.

Di samping itu, nilai kekuatan tarik dari penelitian León et al. (2025), Putri et al. (2024), atau Dharmaratne et al. (2025) tidak digabungkan dalam satu grafik sebagai “perbandingan kinerja” karena geometri spesimen, komposisi, alat, dan prosedur berbeda. Grafik Gambar 2 sengaja mempertahankan data dari satu studi agar pembaca memahami batas inferensi.

DOI: https://doi.org/10.54082/jupin.2965
p-ISSN: 2808-148X
e-ISSN: 2808-1366

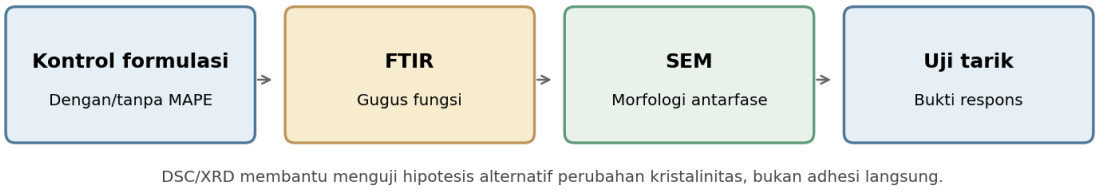
3.4. Triangulasi bukti FTIR, morfologi, tarik, dan kristalinitas

Dukungan terhadap hipotesis kompatibilisasi meningkat jika perubahan spektrum, morfologi patahan, dan sifat tarik bergerak konsisten pada kontrol komposisi yang sebanding. Sebagai contoh, kenaikan rasio pita karbonil atau perubahan pita O–H setelah penambahan MAPE perlu diperiksa terhadap spektrum semua bahan awal dan kontrol tanpa MAPE. Jika perubahan spektrum muncul tetapi SEM masih memperlihatkan banyak celah dan pull-out pengisi, sedangkan kekuatan tarik tidak membaik, bukti kimia tersebut belum cukup untuk menyatakan peningkatan adhesi fungsional.

Sebaliknya, apabila kekuatan tarik atau modulus meningkat sementara SEM belum menunjukkan perubahan signifikan pada antarmuka, penjelasan alternatif dapat berupa perubahan kristalinitas matriks, kadar pori, atau kadar air. Data DSC/XRD membantu menilai faktor kristalinitas tersebut, tetapi tidak mengukur kekuatan ikatan antarfase secara langsung. Penelitian Bosenbecker et al. (2024) memperlihatkan mengapa perubahan sifat dan pengamatan morfologi tidak selalu searah, sementara Stelescu et al. (2024) menegaskan pengaruh komponen pati terhadap kristalisasi polietilena.

Tabel 2. Bukti yang Diperlukan untuk Menguji Hipotesis Kompatibilisasi

Hipotesis / kondisi	Bukti pembanding yang diperlukan	Kesimpulan yang diizinkan
MAPE memodifikasi gugus fungsi	FTIR bahan awal; kontrol dengan/tanpa MAPE; normalisasi dan replikasi	Petunjuk perubahan kimia; belum otomatis membuktikan adhesi
MAPE memperbaiki antarmuka	SEM beberapa daerah, skala, fraksi void/pull-out; kontrol komposisi	Morfologi dapat mendukung perbaikan dispersi/adhesi
Perubahan antarmuka memperbaiki fungsi	Tensile strength, modulus, elongasi dengan geometri/laju sama dan batch independen	Efek mekanik terukur pada rancangan uji tertentu
Modulus berubah karena kristalinitas	DSC/XRD, koreksi kontribusi masing-masing fase	Dapat membatasi penjelasan adhesi semata
Material mengalami degradasi	Indeks oksidasi, massa molar, penuaan terkontrol, penurunan fungsi	Degradasi perlu indikator spesifik; fragmentasi ≠ biodegradasi



Gambar 3. Alur pengujian terintegrasi yang diusulkan dari hasil sintesis literatur.

Gambar 3 dan Tabel 2 mengarahkan pemeriksaan dua hipotesis bersaing: (i) adanya peningkatan transfer tegangan akibat perbaikan antarmuka dan (ii) perubahan mekanik yang berasal dari kristalinitas, dispersi, atau porositas. Rancangan seperti ini membantu menghindari penafsiran berlebihan dari satu spektrum FTIR dan mengaitkan hasil dengan perilaku material secara terukur.

3.5. Kelayakan penerapan pada sistem empat komponen

Temuannya perlu diterapkan secara hati-hati pada formulasi LLDPE/TPS/MAPE/serbuk sabut kelapa. Pada sistem empat komponen, satu pita O–H mencerminkan kontribusi TPS, selulosa, hemiselulosa, dan kelembapan; karbonil dapat muncul dari MAPE tanpa reaksi baru. Karena itu, kesimpulan "MAPE optimum pada kadar tertentu" tidak dapat diambil dari sintesis yang menggabungkan matriks, kandungan pati, dan geometri pengisi berbeda.

Rancangan eksperimen prioritas adalah kontrol tanpa MAPE dan paling sedikit dua kadar MAPE pada proporsi LLDPE/TPS/serbuk yang sama; pengulangan berbasis batch produksi independen; pengukuran distribusi ukuran dan kadar air serbuk; FTIR yang dinormalisasi dan direplikasi; SEM patahan; uji tarik dengan ketebalan, geometri, dan laju uji konsisten; serta DSC/XRD sebagai data penjelas sekunder. Jika arah aplikasi berupa lembaran tipis, pemrosesan serta pengujian harus dilakukan pada ketebalan relevan tanpa mengasumsikan sampel tebal berperilaku sama.

Nilai kontribusi tinjauan ini ialah kerangka pembuktian berbasis kontrol yang dapat diuji, bukan penetapan angka optimum MAPE atau pembuktian reaksi ester pada formulasi yang belum diuji. Literatur yang paling mendekati sistem sasaran—Sabetzadeh et al. (2015), León et al. (2025), dan Putri et al. (2024)—masih memisahkan sebagian komponen penting. Kajian Moreno-Bohorquez et al. (2026) mengenai kompatibilisasi TPS dengan poliester hanya digunakan sebagai analog mekanistik karena jenis matriksnya berbeda. Hal tersebut merupakan celah ilmiah yang dapat dijawab oleh eksperimen berikutnya.

4. KESIMPULAN

Pertama, literatur mendukung kemungkinan asosiasi fisik segmen polietilena MAPE dengan matriks LLDPE dan interaksi gugus maleat dengan fase kaya hidroksil, tetapi pembentukan ester pada formulasi empat komponen belum terbukti. Kedua, efektivitas MAPE dibatasi kadar kompatibilisator, karakteristik dan kadar air sabut kelapa, proporsi TPS, dispersi, serta riwayat pemrosesan; studi pada LLDPE–sabut kelapa bahkan menunjukkan bahwa MAPE tidak selalu menurunkan porositas. Ketiga, penilaian kompatibilisasi memerlukan kontrol tanpa MAPE serta keterpaduan bukti FTIR, SEM, dan sifat tarik, dengan DSC/XRD untuk mengevaluasi pengaruh perubahan kristalinitas. Kerangka ini mendukung rancangan percobaan dan pemilihan pengujian, tetapi belum memberikan kadar MAPE optimum ataupun membuktikan esterifikasi dan biodegradasi material sasaran.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Pusat Riset Biomassa dan Bioproduk, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN), Cibinong, atas dukungan fasilitas dan kolaborasi keilmuan pada penelitian terkait. Pengembangan tema kajian ini berkaitan dengan kegiatan Penelitian Dosen Pemula (PDP) Tahun Anggaran 2026 yang didanai melalui BIMA, Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains, dan Teknologi Republik Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

Alim, A. A. A., Baharum, A., Shirajuddin, S. S. M., & Anuar, F. H. (2023). Blending of low-density polyethylene and poly(butylene succinate) (LDPE/PBS) with polyethylene-graft-maleic anhydride (PE-g-MA) as a compatibilizer on the phase morphology, mechanical and thermal properties. *Polymers, 15*(2), Article 261. https://doi.org/10.3390/polym15020261

Babu, S. A., & Kutty, S. K. N. (2021). Preparation of chemically functionalized and self compatibilized short coir fiber–high density polyethylene composites. *Journal of Applied Polymer Science, 138*(42), Article e51254. https://doi.org/10.1002/app.51254

Boey, J. Y., Yusoff, S. B., & Tay, G. S. (2022). A review on the enhancement of composite's interface properties through biological treatment of natural fibre/lignocellulosic material. Polymers and Polymer Composites, 30. https://doi.org/10.1177/09673911221103600

Bosenbecker, M. W., Silva, E. V., Paganotto, G. F. dos R., Zanon, T. T. M., Langone, F., Rodrigues, M. B. B., Marini, J., Labidi, J., Missio, A. L., & de Oliveira, A. D. (2024). Effect of different compatibilizers on the properties of green low-density polyethylene composites reinforced with Bambusa vulgaris bamboo fibers. *Polymers, 16*(13), Article 1760. https://doi.org/10.3390/polym16131760

DOI: https://doi.org/10.54082/jupin.2965
p-ISSN: 2808-148X
e-ISSN: 2808-1366

Dharmaratne, P. D., Galabada, G. H., Malkanthi, S. N., & Halwatura, R. U. (2025). Waste polyethylene reinforced with coconut fibers for sustainable construction: A mechanical and physical property evaluation study. *Engineering, Technology & Applied Science Research, 15*(5), 28136–28143. https://doi.org/10.48084/etasr.12512

Die, J., Ma, J., Li, H., Zhang, Y., Li, F., Cao, Y., Hao, W., Tu, J., Zhang, K., & Yu, R. (2023). Effects of maleic anhydride-grafted polyethylene on the properties of artificial marble waste powder/linear low-density polyethylene composites with ultra-high filling content. *Materials, 16*(11), Article 4036. https://doi.org/10.3390/ma16114036

Endesha, A., Tefera, G., Bright, G., & Adali, S. (2026). The influence of wood flour and recycled high-density polyethylene on the mechanical performance of wood–plastic composites (WPCs). *Journal of Composites Science, 10*(2), Article 66. https://doi.org/10.3390/jcs10020066

Hasan, K. M. F., Horváth, P. G., Bak, M., & Alpár, T. (2021). A state-of-the-art review on coir fiber-reinforced biocomposites. *RSC Advances, 11*, 10548–10571. https://doi.org/10.1039/D1RA00231G

Imran, A. I., Siregar, J. P., Cionita, T., Hadi, A. E., Setiyo, M., Rejab, M. R. M., Jaafar, J., Fitriyana, D. F., & Dewi, R. (2024). Advancements in sustainable material development: A comprehensive review of coir fiber and its composites. *Mechanical Engineering for Society and Industry, 4*(3), 415–454. https://doi.org/10.31603/mesi.12556

León, L. D. V. E., Escócio, V. A., Visconte, L. L. Y., Sousa, A. M. F., Silva, A. L. N., & Pacheco, E. B. A. V. (2025). Rotational molding of LLDPE/coir fiber composites: Effect of fiber on mechanical, thermal, morphological and flammability properties. *Express Polymer Letters, 19*(1), 76–93. https://doi.org/10.3144/expresspolymlett.2025.6

Li, R., Xu, S., Xu, J., Pan, T., Sun, B., & Dang, L. (2023). Effect of functionalized polyethylene wax on the melt processing and properties of highly filled magnesium hydroxide/linear low-density polyethylene composites. *Polymers, 15*(11), Article 2575. https://doi.org/10.3390/polym15112575

Madueke, C. I., Ekechukwu, O. M., & Kolawole, F. O. (2024). A review on coir fibre, coir fibre reinforced polymer composites and their current applications. *Journal of Renewable Materials, 12*(12), 2017–2047. https://doi.org/10.32604/jrm.2024.055207

Madueke, C. I., Mbah, O. M., & Umunakwe, R. (2023). A review on the limitations of natural fibres and natural fibre composites with emphasis on tensile strength using coir as a case study. *Polymer Bulletin, 80*, 3489–3506. https://doi.org/10.1007/s00289-022-04241-y

Moreno-Bohorquez, E., Arias-Tapia, M. J., & Jaramillo, A. F. (2026). Recent advances in thermoplastic starch (TPS) and biodegradable polyester blends: A review of compatibilization strategies and bioactive functionalities. *Polymers, 18*(2), Article 289. https://doi.org/10.3390/polym18020289

Nissar, M., N., C. K., Birjerane, Y. A., Patil, S., Shetty, S., & Das, A. (2025). Coconut coir fiber composites for sustainable architecture: A comprehensive review of properties, processing, and applications. *Journal of Composites Science, 9*(10), Article 516. https://doi.org/10.3390/jcs9100516

Putri, D. A. K., Ismadi, Purnomo, D., Narto, Kusumaningrum, W. B., Andreansyah, I., Herliati, Kurniati, M., Fatriasari, W., & Syamani, F. A. (2024). Mechanical and thermal characteristics of mulch film derived from linear low-density poly ethylene (LLDPE) with the addition of lignin or coconut coir powder. *AIP Conference Proceedings, 2973*, Article 050001. https://doi.org/10.1063/5.0184599

Sabetzadeh, M., Bagheri, R., & Masoomi, M. (2015). Study on ternary low density polyethylene/linear low density polyethylene/thermoplastic starch blend films. *Carbohydrate Polymers, 119*, 126–133. https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2014.11.038

DOI: https://doi.org/10.54082/jupin.2965
p-ISSN: 2808-148X
e-ISSN: 2808-1366

Shelenkov, P. G., Pantyukhov, P. V., Krivandin, A. V., Popov, A. A., Khaidarov, B. B., & Poletto, M. (2024). Biocomposites based on polyethylene/ethylene–vinyl acetate copolymer/cellulosic fillers. *Journal of Composites Science, 8*(11), Article 464. https://doi.org/10.3390/jcs8110464

Sivakumar, J., Rajasankar, M., Vasanthakumar, R., Ajithkumar, I. P., Nanthakumar, S., & Maheskumar, P. (2023). Investigation of the mechanical properties of coir fiber reinforced polyethylene composites. Materials Today: Proceedings. https://doi.org/10.1016/j.matpr.2023.08.240

Soo, X. Y. D., Muiruri, J. K., Wu, W.-Y., Yeo, J. C. C., Wang, S., Tomczak, N., Thitsartarn, W., Tan, B. H., Wang, P., Wei, F., Suwardi, A., Xu, J., Loh, X. J., Yan, Q., & Zhu, Q. (2024). Bio-polyethylene and polyethylene biocomposites: An alternative toward a sustainable future. *Macromolecular Rapid Communications, 45*(14), Article e2400064. https://doi.org/10.1002/marc.202400064

Stelescu, M. D., Oprea, O.-C., Constantinescu, D., Motelica, L., Ficai, A., Trusca, R.-D., Sonmez, M., Gurau, D. F., Georgescu, M., Constantinescu, R. R., Vasile, B.-S., & Ficai, D. (2024). Characterization of mixtures based on high-density polyethylene and plasticized starch. *Polymers, 16*(21), Article 3051. https://doi.org/10.3390/polym16213051

Wangtueai, S., Chaiyaso, T., Rachtanapun, P., Jantrawut, P., Ruksiriwanich, W., Seesuriyachan, P., Leksawasdi, N., Phimolsiripol, Y., Techapun, C., Phongthai, S., Sommano, S. R., Ougizawa, T., Regenstein, J. M., & Jantanasakulwong, K. (2022). Thermoplastic cassava starch blend with polyethylene-grafted-maleic anhydride and gelatin core-shell structure compatibilizer. *International Journal of Biological Macromolecules, 197*, 49–54. https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2021.12.003

Yoo, S. I., Lee, T. Y., Yoon, J.-S., Lee, I.-M., Kim, M.-N., & Lee, H. S. (2002). Interfacial adhesion reaction of polyethylene and starch blends using maleated polyethylene reactive compatibilizer. *Journal of Applied Polymer Science, 83*, 767–776. https://doi.org/10.1002/app.2271

DOI: https://doi.org/10.54082/jupin.2965
p-ISSN: 2808-148X
e-ISSN: 2808-1366

Halaman ini dikosongkan