

Strategi Inovatif dalam Mengelola Risiko Pasokan Bahan Baku Limbah Plastik

Samsul Ikhbar¹, Rahmah Yulianti^{2*}, Maksalmina³, Ulfia⁴, Syibran Malisi⁵

¹Program Studi Manajemen, Fakultas Ekonomi, Universitas Serambi Mekkah – Banda Aceh

^{2,3,4,5}Program Studi Akuntansi, Fakultas Ekonomi, Universitas Serambi Mekkah – Banda Aceh

*Koresponden email: rahmah.yulianti@serambimekkah.ac.id

Diterima: 11 Januari 2026

Disetujui: 21 Januari 2026

Abstract

This research discusses innovative strategies for managing supply risks of plastic waste materials for SMEs and startups in the recycling sector. Stable and high-quality raw material availability is crucial for maintaining production efficiency, profitability, and environmental sustainability. However, challenges such as fluctuating supply volumes, inconsistent waste quality, and low community participation remain major obstacles. Using a conceptual approach, this paper explores three main strategies to mitigate these risks: supply source diversification, supply chain digitalization, and collaboration with external actors. Digitalization through IoT, big data, and blockchain technologies enhances transparency and efficiency in supply management. Meanwhile, partnerships with governments, communities, waste banks, and financial institutions strengthen supply chain sustainability through regulatory, financial, and social innovation support. Additionally, incentive mechanisms such as deposit-refund systems and eco-point reward programs effectively increase community participation in waste collection. The findings indicate that the synergy between technological innovation, multi-sector collaboration, and public policy forms the core foundation for developing a resilient, inclusive, and sustainable plastic waste supply chain.

Keywords: *supply risk, plastic waste, supply chain digitalization, external collaboration, circular economy*

Abstrak

Penelitian ini mengupas strategi inovatif dalam mengelola risiko pasokan bahan baku limbah plastik bagi UMKM dan startup di sektor daur ulang. Ketersediaan bahan baku yang stabil dan berkualitas menjadi faktor krusial dalam menjaga efisiensi produksi, profitabilitas, dan keberlanjutan lingkungan. Namun, tantangan seperti fluktuasi volume pasokan, kualitas limbah yang tidak konsisten, serta rendahnya partisipasi masyarakat masih menjadi hambatan utama. Melalui pendekatan konseptual, artikel ini mengkaji tiga strategi utama untuk mengatasi risiko tersebut: diversifikasi sumber pasokan, digitalisasi rantai pasok, dan kolaborasi dengan aktor eksternal. Digitalisasi berbasis teknologi IoT, big data, dan blockchain terbukti meningkatkan transparansi dan efisiensi pengelolaan pasokan. Sementara itu, kemitraan dengan pemerintah, komunitas, bank sampah, dan lembaga keuangan memperkuat keberlanjutan rantai pasok melalui dukungan regulasi, pembiayaan, dan inovasi sosial. Selain itu, mekanisme insentif seperti *deposit-refund system* dan *eco-point reward program* terbukti mampu meningkatkan partisipasi masyarakat dalam pengumpulan limbah plastik. Hasil kajian menunjukkan bahwa sinergi antara inovasi teknologi, kolaborasi multi-sektor, dan kebijakan publik merupakan fondasi utama dalam membangun rantai pasok limbah plastik yang tangguh, inklusif, dan berkelanjutan.

Kata Kunci: *risiko pasokan, limbah plastik, digitalisasi rantai pasok, kolaborasi eksternal, ekonomi sirkular*

1. Pendahuluan

Pasokan bahan baku limbah plastik merupakan elemen fundamental dalam keberlangsungan industri daur ulang [1]. Ketersediaan bahan baku yang konsisten dan berkualitas tidak hanya menentukan kapasitas produksi, tetapi juga memengaruhi efisiensi biaya, daya saing pasar, serta keberlanjutan

lingkungan [2], [3]. Dalam konteks ini, stabilitas pasokan menjadi isu krusial, sebab ketidakpastian dalam volume maupun kualitas bahan baku dapat menghambat kinerja operasional, mengganggu rantai pasok, dan menimbulkan risiko finansial yang signifikan bagi pelaku usaha, terutama UMKM dan startup di sektor ini [4], [5].

Selain itu, dinamika eksternal seperti fluktuasi harga pasar plastik murni, keterbatasan sistem pengumpulan limbah, serta rendahnya partisipasi masyarakat dalam memilah dan mendistribusikan sampah plastik semakin memperparah risiko yang ada [6]. Beberapa studi menekankan bahwa keberhasilan inovasi teknologi daur ulang sangat ditentukan oleh ketersediaan pasokan limbah plastik, sehingga inovasi teknis tanpa didukung manajemen rantai pasok yang baik cenderung tidak memberikan dampak optimal [7]. Oleh karena itu, strategi inovatif dalam pengelolaan pasokan perlu dirancang, mulai dari diversifikasi sumber, digitalisasi rantai pasok, hingga kolaborasi dengan aktor eksternal seperti pemerintah, asosiasi industri, dan lembaga keuangan [8].

Namun demikian, penelitian sebelumnya masih banyak berfokus pada aspek teknis proses daur ulang dan dampak ekologisnya, sementara kajian mendalam terkait strategi mitigasi risiko pasokan bahan baku relatif terbatas, khususnya di negara berkembang dengan infrastruktur pengelolaan sampah yang belum optimal. Analisis gap ini menunjukkan perlunya pendekatan baru yang mengintegrasikan inovasi proses dengan strategi pengelolaan pasokan limbah plastik [9]. Kontribusi artikel ini terletak pada upaya memberikan model konseptual yang mengaitkan stabilitas pasokan, efisiensi operasional, dan keberlanjutan bisnis startup [10]. Hasil yang diharapkan adalah terciptanya kerangka manajemen risiko pasokan yang dapat diterapkan oleh UMKM dan startup, sehingga tidak hanya meningkatkan profitabilitas, tetapi juga memperkuat posisi industri daur ulang plastik dalam mendukung ekonomi sirkular secara berkelanjutan [11].

Penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam pengembangan strategi inovatif untuk mengelola risiko pasokan bahan baku limbah plastik di sektor UMKM dan startup daur ulang. Artikel ini menegaskan bahwa integrasi antara diversifikasi sumber pasokan, digitalisasi rantai pasok, kemitraan lintas sektor, serta penerapan mekanisme insentif dapat menciptakan sistem pasokan yang tangguh, efisien, dan berkelanjutan. Kendati demikian, penelitian ini menghadapi keterbatasan pada aspek implementatif, khususnya dalam pengukuran empiris efektivitas kolaborasi multi-aktor di tingkat daerah dan pengaruh kebijakan publik terhadap stabilitas pasokan. Hasil yang diharapkan dari penelitian ini adalah terciptanya model konseptual yang mampu menjembatani kesenjangan penelitian sebelumnya yang masih berfokus pada aspek teknis daur ulang tanpa memperhatikan dinamika manajemen pasokan. Dengan demikian, artikel ini berkontribusi dalam memperkaya literatur tentang manajemen risiko pasokan bahan baku berbasis ekonomi sirkular, sekaligus memberikan landasan strategis bagi pengembangan kebijakan dan praktik industri daur ulang plastik yang lebih inklusif dan adaptif terhadap perubahan global.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif dengan metode Systematic Literature Review (SLR) untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, dan mensintesis berbagai literatur yang relevan terkait strategi inovatif dalam pengelolaan risiko pasokan bahan baku limbah plastik. Pendekatan ini dipilih karena memungkinkan analisis mendalam terhadap tren riset, praktik industri, dan kebijakan publik yang berhubungan dengan keberlanjutan rantai pasok di sektor daur ulang plastik, terutama pada skala UMKM dan startup.

Proses penelitian dilakukan melalui tiga tahapan utama. Pertama, tahap identifikasi literatur dilakukan dengan menelusuri publikasi ilmiah, laporan kebijakan, dan dokumen internasional dari lembaga seperti OECD (2021), UNIDO (2020), IFC (2020), UNEP (2020), serta sumber nasional seperti Kementerian Perindustrian Republik Indonesia (2023). Kedua, tahap klasifikasi tematik dilakukan dengan mengelompokkan literatur ke dalam empat fokus utama: (a) diversifikasi sumber pasokan, (b) digitalisasi rantai pasok, (c) kemitraan dan kolaborasi lintas aktor, dan (d) mekanisme insentif dalam mendukung keberlanjutan pasokan. Ketiga, tahap analisis dan sintesis digunakan untuk menarik kesimpulan komprehensif dari berbagai temuan, sekaligus mengidentifikasi kesenjangan penelitian (research gap) terkait strategi mitigasi risiko pasokan pada sektor daur ulang.

Analisis data dilakukan secara tematik komparatif, yaitu dengan membandingkan hasil penelitian terdahulu yang membahas model manajemen rantai pasok, praktik ekonomi sirkular, dan adopsi teknologi digital pada industri plastik. Triangulasi dilakukan dengan mencocokkan hasil dari berbagai sumber agar validitas dan reliabilitas hasil penelitian terjamin. Untuk memperjelas relevansi setiap literatur terhadap pengembangan penelitian ini, digunakan tabel yang memuat daftar sumber utama dan kontribusinya terhadap penyusunan kerangka konseptual. Tabel ini menyoroti bagaimana masing-masing referensi berperan dalam memperkuat landasan teoritis dan metodologis penelitian, khususnya dalam konteks inovasi dan manajemen risiko pasokan.

Tabel 1. Sumber Literatur dan Peran dalam Penelitian

Sumber Literatur	Tahun	Peran dalam Penelitian
OECD. Financing SMEs and Entrepreneurs: An OECD Scoreboard.	2021	Memberikan kerangka analisis pembiayaan dan inovasi proses pada sektor UMKM dan startup daur ulang.
UNIDO. Circular Economy for Plastics: Current Practices and Future Perspectives.	2020	Menjadi acuan utama dalam memahami penerapan ekonomi sirkular dan efisiensi rantai pasok plastik.
IFC – Green Finance Opportunities in ASEAN.	2020	Menggambarkan potensi pembiayaan hijau bagi industri daur ulang plastik di kawasan ASEAN.
UNEP. Sustainable Consumption and Production: Global Outlook on Plastics.	2020	Menyediakan dasar konseptual untuk pengembangan sistem produksi dan konsumsi plastik yang berkelanjutan.
Kementerian Perindustrian Republik Indonesia. Peta Jalan Industri Daur Ulang Plastik Nasional 2023–2030.	2023	Memberikan arah kebijakan nasional terkait penguatan industri daur ulang dan pengelolaan risiko pasokan bahan baku.
Ghosh, S. K., & Maiti, S. Process Innovation and Efficiency Improvement in Green Startups: A Review.	2021	Memberikan kerangka teoritis tentang inovasi proses dan efisiensi operasional dalam startup hijau.
Hopewell, J., Dvorak, R., & Kosior, E. Plastics Recycling: Challenges and Opportunities.	2009	Menjelaskan hambatan dan peluang strategis dalam sistem daur ulang plastik modern.
World Bank. Technology and Innovation for Circular Economy in Developing Countries.	2022	Menghubungkan inovasi teknologi dengan keberlanjutan ekonomi di negara berkembang.

3. Digitalisasi Rantai Pasok

Digitalisasi rantai pasok merupakan salah satu strategi penting dalam mengelola risiko pasokan bahan baku limbah plastik, terutama dalam konteks industri daur ulang yang semakin kompleks [12]. Melalui pemanfaatan teknologi digital, seperti Internet of Things (IoT), big data analytics, dan blockchain, pelaku industri dapat memperoleh visibilitas yang lebih baik terhadap aliran bahan baku mulai dari pengumpulan, transportasi, hingga pemrosesan. Dengan demikian, ketidakpastian pasokan dapat diminimalkan karena sistem digital mampu memprediksi kebutuhan, memonitor ketersediaan, dan mendeteksi potensi gangguan lebih dini [13].

Salah satu keunggulan digitalisasi rantai pasok adalah transparansi dan akuntabilitas. Teknologi blockchain, misalnya, memungkinkan setiap transaksi pasokan dicatat dengan aman dan dapat diverifikasi oleh semua pihak terkait. Hal ini bukan hanya meningkatkan kepercayaan antara pemasok, startup, dan konsumen, tetapi juga mendukung keberlanjutan melalui pencatatan asal-usul limbah plastik yang dapat dilacak (traceability). Di sisi lain, penggunaan big data membantu memprediksi pola konsumsi plastik, sehingga startup dapat menyesuaikan kapasitas produksi dengan lebih efisien.

Selain itu, efisiensi operasional juga menjadi keuntungan utama dari digitalisasi rantai pasok [14]. Dengan integrasi aplikasi manajemen logistik berbasis IoT, UMKM dan startup dapat memantau kondisi armada transportasi, mengoptimalkan rute pengumpulan, serta mengurangi biaya operasional. Dalam

jangka panjang, digitalisasi tidak hanya mengurangi biaya, tetapi juga memperkuat daya saing industri daur ulang plastik di pasar global yang semakin kompetitif [15]. Namun, tantangan digitalisasi juga perlu dicermati, seperti keterbatasan infrastruktur digital di negara berkembang, biaya awal implementasi teknologi, dan kurangnya keterampilan digital di kalangan pelaku UMKM. Oleh karena itu, kolaborasi dengan pemerintah, lembaga riset, serta perusahaan teknologi sangat diperlukan untuk mempercepat proses adopsi digitalisasi dalam rantai pasok daur ulang plastik.

Untuk memahami perbedaan mendasar antara rantai pasok konvensional dengan rantai pasok berbasis digital, **Tabel 2** berikut menyajikan perbandingan dari berbagai aspek kunci seperti monitoring, transparansi, prediksi kebutuhan, efisiensi biaya, hingga akses informasi. Perbandingan ini menunjukkan bagaimana digitalisasi memberikan keunggulan kompetitif yang signifikan dalam meningkatkan efisiensi, akuntabilitas, dan keberlanjutan industri daur ulang plastik.

Tabel 2. Perbandingan Rantai Pasok Konvensional vs Digital

Aspek	Konvensional	Digitalisasi Rantai Pasok
Monitoring	Manual, lambat	Real-time berbasis IoT
Transparansi	Terbatas, rawan manipulasi	Tinggi, dengan blockchain
Prediksi kebutuhan	Berdasarkan pengalaman	Data-driven & analytics
Efisiensi biaya	Relatif tinggi	Lebih rendah karena optimasi
Akses informasi	Terbatas pada aktor besar	Inklusif, terbuka untuk semua aktor

Sumber: [16]-[18]

Tabel di atas, menunjukkan perbedaan signifikan antara rantai pasok konvensional dan rantai pasok yang telah terdigitalisasi. Pada aspek monitoring, sistem konvensional masih bergantung pada pencatatan manual yang cenderung lambat dan kurang akurat, sementara digitalisasi memungkinkan pemantauan secara real-time berbasis Internet of Things (IoT), sehingga pergerakan bahan baku dan produk dapat dipantau secara langsung.

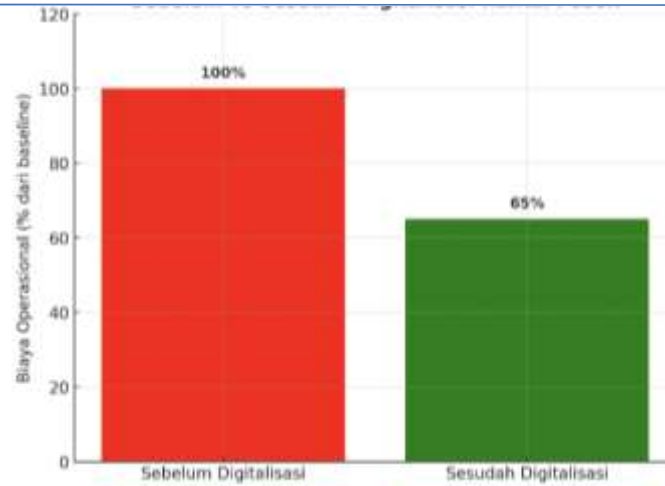
Dari sisi transparansi, rantai pasok konvensional sering menghadapi keterbatasan informasi dan rawan manipulasi data, khususnya pada transaksi atau alur distribusi. Sebaliknya, dengan penerapan blockchain, rantai pasok digital mampu menghadirkan transparansi yang lebih tinggi dan sulit dimanipulasi, sehingga meningkatkan kepercayaan antaraktor.

Dalam prediksi kebutuhan, pendekatan konvensional biasanya mengandalkan pengalaman atau perkiraan manual, yang rentan terhadap kesalahan. Melalui digitalisasi, prediksi kebutuhan dapat dilakukan secara data-driven dengan bantuan analytics sehingga lebih akurat dalam menyesuaikan ketersediaan pasokan dengan permintaan pasar [19].

Pada aspek efisiensi biaya, rantai pasok konvensional cenderung membutuhkan biaya operasional yang relatif tinggi akibat kurangnya optimasi. Sebaliknya, digitalisasi memungkinkan penghematan biaya melalui optimasi distribusi, pemanfaatan teknologi otomatisasi, dan pengurangan risiko keterlambatan.

Terakhir, dari sisi akses informasi, sistem konvensional biasanya terbatas pada aktor besar, sementara digitalisasi menciptakan sistem yang lebih inklusif dan terbuka untuk semua aktor, termasuk UMKM, startup, hingga pemangku kepentingan lain yang sebelumnya sulit mendapatkan informasi. Secara keseluruhan, perbandingan ini memperlihatkan bahwa digitalisasi rantai pasok bukan hanya meningkatkan efisiensi, melainkan juga mendorong keberlanjutan dan kolaborasi yang lebih adil dalam ekosistem industri daur ulang plastik.

Grafik batang berikut menampilkan perbandingan biaya operasional sebelum dan sesudah penerapan digitalisasi rantai pasok, yang menggambarkan secara jelas dampak positif teknologi dalam menurunkan beban biaya produksi pada industri daur ulang plastik.



Gambar 1. Perbandingan Biaya Operasional Sebelum Vs Sesudah Digitalisasi Rantai Pasok
Sumber: [20]-[22]

Grafik batang di atas, menunjukkan adanya perbedaan signifikan dalam biaya operasional antara kondisi sebelum dan sesudah penerapan digitalisasi rantai pasok. Pada sistem konvensional, biaya operasional diasumsikan berada pada level 100% sebagai baseline. Tingginya biaya ini terutama disebabkan oleh keterbatasan monitoring manual, inefisiensi distribusi, serta rendahnya transparansi dalam pengelolaan pasokan.

Setelah digitalisasi diterapkan, biaya operasional turun menjadi sekitar 65% dari baseline, atau terjadi efisiensi sebesar 35%. Penurunan ini mencerminkan manfaat nyata dari penggunaan teknologi seperti Internet of Things (IoT) untuk pemantauan real-time, blockchain untuk transparansi, serta big data analytics untuk prediksi kebutuhan pasokan. Integrasi teknologi tersebut memungkinkan optimasi rute distribusi, pengurangan kesalahan pencatatan, serta peningkatan koordinasi antara aktor-aktor dalam rantai pasok.

Temuan ini menegaskan bahwa digitalisasi rantai pasok bukan hanya sekadar inovasi teknologi, tetapi juga strategi manajemen risiko yang efektif. Efisiensi biaya yang dicapai dapat meningkatkan profitabilitas UMKM dan startup di sektor daur ulang plastik, sekaligus memperkuat daya saing mereka di pasar global. Dengan demikian, digitalisasi rantai pasok berperan penting dalam mendukung keberlanjutan ekonomi sirkular melalui pengelolaan sumber daya yang lebih hemat, akurat, dan transparan.

4. Kemitraan dan Kolaborasi

Kemitraan dan kolaborasi menjadi elemen kunci dalam memastikan keberhasilan pengelolaan pasokan bahan baku limbah plastik [23]. Dalam konteks ini, startup maupun UMKM tidak dapat berdiri sendiri, melainkan membutuhkan dukungan dari berbagai aktor eksternal. Pemerintah daerah berperan dalam penyusunan regulasi yang kondusif serta memberikan insentif fiskal untuk mendorong partisipasi pelaku usaha kecil [24]. Bank sampah berfungsi sebagai mitra strategis dalam menyediakan pasokan limbah plastik terpilah, sementara komunitas pemulung berkontribusi sebagai garda terdepan dalam pengumpulan bahan baku dari lapangan.

Selain itu, asosiasi lingkungan dan LSM memainkan peran penting dalam pendampingan teknis, advokasi kebijakan, serta sertifikasi produk ramah lingkungan. Kolaborasi lintas aktor ini tidak hanya memperkuat ekosistem pengumpulan dan distribusi limbah plastik, tetapi juga menciptakan dampak sosial yang signifikan, seperti peningkatan kesejahteraan komunitas pemulung dan peningkatan kesadaran masyarakat terhadap pentingnya ekonomi sirkular [25].

Dengan demikian, strategi kemitraan dan kolaborasi menjadi pondasi yang krusial untuk menciptakan rantai pasok yang berkelanjutan. Integrasi peran dari pemerintah, komunitas, lembaga

keuangan, dan asosiasi lingkungan dapat mempercepat transformasi industri daur ulang plastik menuju model bisnis yang inklusif, berdaya saing, dan ramah lingkungan.

Tabel 3 berikut menyajikan peran strategis berbagai aktor eksternal dalam mendukung keberlanjutan rantai pasok limbah plastik. Setiap aktor, mulai dari pemerintah hingga lembaga keuangan, memiliki kontribusi spesifik yang saling melengkapi untuk memperkuat ketersediaan bahan baku, efisiensi operasional, serta daya saing UMKM dan startup di sektor daur ulang plastik.

Tabel 3. Peran Aktor Eksternal dalam Penguatan Startup/UMKM Daur Ulang Limbah Plastik

Aktor Eksternal	Peran Utama	Contoh Implementasi	Dampak terhadap Startup/UMKM
Pemerintah Daerah	Regulasi, insentif fiskal, dukungan infrastruktur	Subsidi pajak, peraturan tata kelola limbah	Meningkatkan kepastian usaha dan akses insentif
Bank Sampah	Penyedia pasokan limbah plastik terpilah	Skema setoran sampah oleh masyarakat	Menjamin ketersediaan bahan baku berkualitas
Komunitas Pemulung	Pengumpulan limbah di tingkat akar rumput	Jaringan pengumpulan informal	Mengurangi biaya akuisisi bahan baku
Asosiasi & LSM	Advokasi, pendampingan teknis, sertifikasi	Program pelatihan daur ulang, label hijau	Meningkatkan daya saing produk ramah lingkungan
Lembaga Keuangan	Penyedia pembiayaan ramah lingkungan	Kredit hijau, skema invoice financing	Memperkuat likuiditas dan investasi teknologi

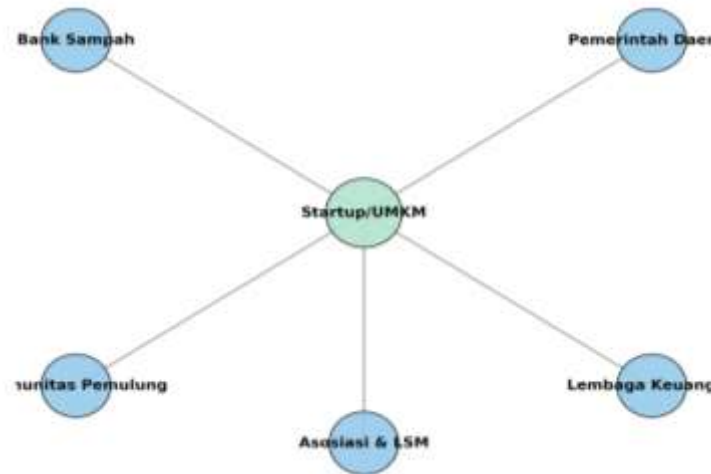
Sumber: [26]-[28]

Tabel di atas, memperlihatkan bagaimana aktor eksternal memainkan peran penting dalam memperkuat rantai pasok limbah plastik agar lebih stabil, efisien, dan berkelanjutan. Pemerintah daerah berfungsi sebagai fasilitator utama melalui regulasi, insentif fiskal, serta pembangunan infrastruktur pendukung. Dengan adanya subsidi pajak atau kebijakan tata kelola limbah yang jelas, startup dan UMKM memperoleh kepastian hukum sekaligus akses insentif yang mendorong keberlanjutan usaha.

Di sisi lain, bank sampah berperan sebagai penyedia pasokan bahan baku terpilah, yang memungkinkan kualitas input lebih terjamin. Melalui skema setoran sampah oleh masyarakat, bank sampah tidak hanya menyediakan pasokan yang konsisten, tetapi juga berkontribusi pada peningkatan partisipasi publik dalam praktik ekonomi sirkular. Peran ini diperkuat oleh komunitas pemulung, yang menjadi aktor penting di lapangan dalam mengumpulkan limbah pada skala akar rumput. Jaringan informal yang mereka bangun dapat mengurangi biaya akuisisi bahan baku bagi startup maupun UMKM.

Selain itu, asosiasi dan LSM memberikan kontribusi dalam bentuk advokasi, pendampingan teknis, hingga sertifikasi produk ramah lingkungan. Kehadiran mereka meningkatkan daya saing produk hasil daur ulang karena memiliki nilai tambah berupa label hijau yang diakui pasar. Sementara itu, lembaga keuangan menjadi penopang keberlanjutan finansial melalui penyediaan kredit hijau, skema invoice financing, dan instrumen pembiayaan lain yang ramah lingkungan. Dukungan finansial ini membantu UMKM serta startup memperkuat likuiditas dan mempercepat investasi teknologi. Secara keseluruhan, keterlibatan aktor eksternal ini membentuk ekosistem kolaboratif yang saling melengkapi. Sinergi antara pemerintah, lembaga keuangan, komunitas masyarakat, dan organisasi sipil menjadi fondasi penting untuk memperkuat keberlanjutan industri daur ulang plastik, khususnya bagi UMKM dan startup yang memiliki keterbatasan sumber daya.

Grafik jaringan berikut memperlihatkan posisi strategis Startup/UMKM sebagai pusat ekosistem daur ulang plastik yang dikelilingi oleh aktor eksternal utama-pemerintah, bank sampah, komunitas pemulung, asosiasi/LSM, dan lembaga keuangan yang saling berperan dalam memperkuat rantai pasok dan keberlanjutan industri.



Gambar 2. Jaringan: Relasi Aktor Eksternal dalam Mempekuat Rantai Pasok Limbah Plastik
Sumber: [26], [29], [30]

Grafik jaringan menunjukkan bahwa Startup/UMKM berada di pusat ekosistem rantai pasok daur ulang plastik, dengan berbagai aktor eksternal yang terhubung langsung sebagai mitra strategis. Pemerintah daerah memberikan dukungan berupa regulasi, insentif fiskal, dan infrastruktur pendukung yang berfungsi sebagai kerangka kebijakan untuk menciptakan stabilitas usaha. Bank sampah berperan sebagai penyedia pasokan bahan baku terpilah yang konsisten, sehingga kualitas input bagi startup dapat lebih terjamin.

Di sisi lain, komunitas pemulung berkontribusi sebagai pengumpul limbah pada tingkat akar rumput. Peran mereka sangat penting dalam menjaga kesinambungan pasokan, terutama di wilayah dengan sistem pengelolaan sampah yang belum terorganisir. Asosiasi dan LSM melengkapi ekosistem dengan advokasi kebijakan, pendampingan teknis, serta fasilitasi sertifikasi produk ramah lingkungan, yang pada akhirnya meningkatkan daya saing produk di pasar.

Sementara itu, lembaga keuangan mendukung keberlanjutan finansial melalui kredit hijau, pembiayaan inklusif, dan instrumen pendanaan berbasis keberlanjutan. Dukungan ini memungkinkan UMKM melakukan investasi pada teknologi inovatif dan memperkuat likuiditas usaha. Secara keseluruhan, grafik ini menegaskan bahwa relasi antaraktor tidak berdiri sendiri, melainkan membentuk jejaring kolaboratif yang saling melengkapi. Keberadaan UMKM sebagai pusat ekosistem menunjukkan bahwa keberhasilan industri daur ulang plastik tidak hanya ditentukan oleh kapabilitas internal, tetapi juga oleh sinergi yang terjalin dengan berbagai pemangku kepentingan eksternal. Kolaborasi semacam ini menjadi kunci dalam membangun rantai pasok yang tangguh, inklusif, dan berkelanjutan.

5. Diversifikasi Sumber Pasokan

Diversifikasi sumber pasokan merupakan strategi penting untuk mengurangi risiko ketidakstabilan bahan baku dalam industri daur ulang plastik. Ketergantungan pada satu sumber limbah, misalnya hanya dari rumah tangga atau bank sampah, berisiko tinggi ketika terjadi penurunan volume, penurunan kualitas, atau perubahan regulasi. Oleh karena itu, UMKM dan startup perlu memperluas basis pasokan melalui kemitraan dengan berbagai sektor, seperti industri makanan, minuman, ritel, serta produsen kemasan.

Dengan melibatkan berbagai sektor tersebut, pasokan limbah plastik dapat lebih stabil baik dari segi kuantitas maupun kualitas. Misalnya, sektor makanan dan minuman biasanya menghasilkan limbah botol plastik PET dalam jumlah besar, sementara industri ritel menyumbang limbah kantong plastik dan kemasan sekali pakai. Diversifikasi juga memungkinkan pemilahan limbah yang lebih baik, sehingga mempermudah proses daur ulang dan menekan biaya operasional.

Selain stabilitas, diversifikasi pasokan membuka peluang negosiasi harga yang lebih kompetitif. Pelaku usaha dapat memilih sumber dengan biaya akuisisi terendah tanpa mengorbankan kualitas. Bahkan, diversifikasi berpotensi membangun hubungan jangka panjang dengan penyedia pasokan, yang berujung

pada terbentuknya ekosistem rantai pasok yang inklusif dan berkelanjutan. Untuk memperjelas strategi diversifikasi sumber pasokan, berikut disajikan contoh sektor-sektor potensial yang dapat menjadi mitra dalam penyediaan limbah plastik. Tabel ini menunjukkan ragam jenis limbah plastik yang dihasilkan masing-masing sektor serta bentuk kemitraan yang dapat dibangun guna memperkuat stabilitas pasokan bahan baku daur ulang.

Tabel 4. Contoh Diversifikasi Sumber Pasokan Limbah Plastik

Sektor	Jenis Limbah Plastik	Potensi Kemitraan
Industri Makanan	Botol PET, cup plastik	Kerjasama suplai limbah pasca-produksi
Industri Minuman	Kemasan minuman, botol HDPE	Pengumpulan limbah produksi & distribusi
Ritel & Supermarket	Kantong plastik, plastik wrap	Program take-back packaging bersama konsumen
Industri Kemasan	Sisa potongan plastik, film	Kolaborasi pengolahan limbah produksi

Sumber: [31]–[33]

Tabel 4 menggambarkan peluang diversifikasi sumber pasokan limbah plastik yang dapat dimanfaatkan oleh startup maupun UMKM daur ulang. Setiap sektor memiliki karakteristik limbah yang berbeda serta potensi kemitraan yang spesifik. Sektor industri makanan umumnya menghasilkan botol PET dan cup plastik dari aktivitas produksi maupun distribusi. Limbah ini memiliki nilai ekonomi tinggi karena dapat dengan mudah diolah kembali menjadi bahan baku produk daur ulang. Kemitraan dengan sektor ini biasanya berupa suplai limbah pasca-produksi yang relatif konsisten.

Sementara itu, industri minuman menjadi pemasok utama kemasan plastik sekali pakai, seperti botol HDPE dan berbagai wadah minuman lainnya. Melalui pengumpulan limbah produksi dan distribusi, startup dapat memperoleh volume pasokan dalam jumlah besar dan stabil.

Ritel dan supermarket menyumbang limbah kantong plastik dan plastik wrap dalam jumlah signifikan. Kemitraan dengan sektor ini dapat diwujudkan melalui program take-back packaging, yaitu pengembalian kemasan plastik dari konsumen untuk kemudian disalurkan ke pelaku daur ulang. Skema ini juga berkontribusi pada peningkatan kesadaran konsumen terhadap pentingnya ekonomi sirkular.

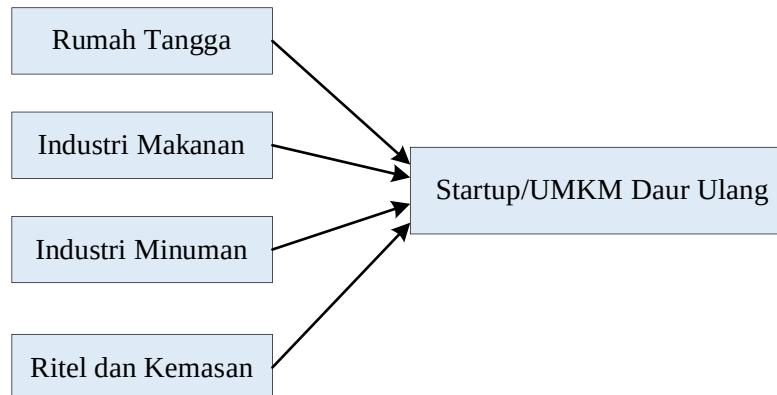
Adapun industri kemasan menghasilkan sisa potongan plastik dan film yang muncul selama proses produksi. Limbah jenis ini umumnya memiliki kualitas lebih tinggi karena belum tercampur dengan kontaminan, sehingga kemitraan dapat difokuskan pada kolaborasi pengolahan limbah produksi secara langsung. Secara keseluruhan, tabel ini menegaskan bahwa diversifikasi pasokan tidak hanya memperluas basis bahan baku, tetapi juga membuka peluang kolaborasi yang saling menguntungkan antara pelaku industri daur ulang dengan berbagai sektor penghasil limbah plastik.

Flowchart di **Gambar 3** memperlihatkan bagaimana berbagai sektor penghasil limbah plastik—mulai dari rumah tangga, industri makanan dan minuman, hingga ritel dan industri kemasan—dapat menjadi sumber pasokan yang beragam bagi startup atau UMKM daur ulang. Skema ini menekankan bahwa diversifikasi pasokan memungkinkan aliran limbah dari berbagai titik produksi dan konsumsi untuk terkonsolidasi pada satu pusat pengolahan, sehingga tercipta kestabilan bahan baku yang lebih terjamin.

Flowchart di atas menggambarkan mekanisme diversifikasi sumber pasokan limbah plastik menuju pusat ekosistem daur ulang yang dikelola oleh startup atau UMKM. Setiap sektor berperan sebagai pemasok dengan karakteristik limbah yang berbeda, yang kemudian dikonsolidasikan untuk memperkuat stabilitas bahan baku.

Sumber pertama berasal dari rumah tangga, yang menjadi penyumbang utama limbah plastik sekali pakai seperti kantong, botol PET, dan kemasan makanan. Walaupun volumenya besar, kualitas limbah rumah tangga sering kali bercampur dengan kontaminan sehingga membutuhkan proses pemilahan lebih lanjut. Selanjutnya, industri makanan dan minuman menyediakan pasokan plastik dalam jumlah besar dan

lebih homogen, misalnya botol PET, HDPE, serta cup plastik. Limbah dari sektor ini umumnya lebih stabil dan dapat diperoleh melalui kerjasama formal dengan produsen maupun distributor.



Gambar 3. Ilustrasi Flowchart Diversifikasi Sumber Pasokan
Sumber: [34]-[36]

Kemudian, ritel dan supermarket berkontribusi dengan limbah kantong plastik, plastik wrap, serta kemasan sekali pakai dari aktivitas distribusi dan konsumsi masyarakat. Melalui skema take-back packaging, konsumen diajak untuk mengembalikan kemasan bekas ke ritel, sehingga rantai pasok menjadi lebih inklusif dan partisipatif. Terakhir, industri kemasan menghasilkan sisa potongan plastik dan film dari proses produksi. Limbah ini memiliki kualitas tinggi karena relatif belum terkontaminasi, sehingga menjadi sumber pasokan strategis bagi startup daur ulang.

Secara keseluruhan, flowchart ini menegaskan bahwa keberagaman sumber pasokan tidak hanya mengurangi risiko ketergantungan pada satu pihak, tetapi juga membuka peluang kolaborasi lintas sektor. Dengan adanya konsolidasi pasokan dari berbagai sumber, UMKM dan startup dapat menjaga kontinuitas produksi sekaligus memperkuat daya saing dalam industri daur ulang plastik.

6. Mekanisme Insentif

Mekanisme insentif merupakan strategi penting dalam meningkatkan partisipasi masyarakat dan pelaku usaha dalam pengelolaan limbah plastik. Sistem ini didasarkan pada prinsip bahwa perubahan perilaku akan lebih efektif jika disertai dengan manfaat langsung yang dirasakan oleh individu maupun kelompok. Dua bentuk insentif yang umum digunakan adalah deposit-refund system dan eco-point reward program.

Deposit-refund system adalah mekanisme di mana konsumen membayar sejumlah uang tambahan saat membeli produk plastik sekali pakai, seperti botol minuman, yang kemudian dapat dikembalikan ketika wadah tersebut diserahkan kembali ke titik pengumpulan. Skema ini terbukti efektif di banyak negara maju karena mampu meningkatkan tingkat pengembalian kemasan hingga lebih dari 80%. Selain mengurangi limbah yang berakhir di TPA, sistem ini juga menciptakan alur pasokan bahan baku yang lebih terjamin untuk industri daur ulang.

Sementara itu, eco-point reward program memberikan penghargaan dalam bentuk poin, diskon, atau hadiah kepada masyarakat yang berpartisipasi aktif dalam pengumpulan dan pemilahan limbah plastik. Program ini sering diintegrasikan dengan platform digital atau aplikasi mobile, sehingga lebih menarik bagi generasi muda yang akrab dengan teknologi. Melalui insentif non-moneter seperti kupon belanja atau akses layanan publik, masyarakat terdorong untuk lebih konsisten dalam menjaga kebersihan dan mendukung ekonomi sirkular.

Secara keseluruhan, penerapan mekanisme insentif tidak hanya meningkatkan volume pasokan limbah plastik terpilah, tetapi juga berfungsi sebagai instrumen edukasi sosial. Dengan memberi nilai tambah pada praktik daur ulang, mekanisme ini berkontribusi dalam membangun budaya keberlanjutan yang lebih kuat di tingkat individu maupun komunitas.

Untuk memahami efektivitas berbagai pendekatan dalam mendorong partisipasi masyarakat terhadap pengelolaan limbah plastik, diperlukan perbandingan mekanisme insentif yang telah banyak diterapkan di berbagai negara. Tabel berikut menyajikan perbedaan mendasar antara deposit-refund system dan eco-point reward program, mulai dari bentuk insentif yang ditawarkan, target peserta, hingga contoh implementasinya di lapangan.

Tabel 5. Perbandingan Mekanisme Insentif dalam Pengelolaan Limbah Plastik

Aspek	Deposit-Refund System	Eco-Point Reward Program
Bentuk Insentif	Uang tunai atau pengembalian deposit setelah mengembalikan kemasan	Poin digital, kupon belanja, diskon produk, atau hadiah
Target Peserta	Konsumen produk berkemasan plastik (misalnya botol minuman)	Masyarakat umum, terutama generasi muda dan pengguna aktif aplikasi digital
Efektivitas	Tingkat pengembalian kemasan bisa mencapai 80–90% di negara yang menerapkan sistem ini	Meningkatkan partisipasi, tetapi efektivitas bervariasi tergantung pada desain program
Kelebihan	Sederhana, berbasis nilai moneter langsung, efektif untuk volume tinggi	Fleksibel, dapat dikaitkan dengan gaya hidup berkelanjutan, mendorong keterlibatan komunitas
Kekurangan	Membutuhkan infrastruktur pengembalian (mesin otomatis, pusat pengumpulan)	Membutuhkan sistem digital yang transparan, potensi nilai insentif dianggap kecil oleh sebagian masyarakat
Contoh Implementasi	Jerman, Norwegia, Korea Selatan	Jepang (Eco-Point Program), beberapa kota di Indonesia melalui aplikasi bank sampah digital

Sumber: [37]–[39]

Tabel 5 menampilkan perbandingan antara dua mekanisme insentif utama yang dapat digunakan untuk meningkatkan partisipasi masyarakat dalam pengelolaan limbah plastik, yaitu deposit-refund system dan eco-point reward program.

Pada aspek bentuk insentif, deposit-refund system menawarkan imbalan berupa pengembalian uang tunai atau deposit setelah konsumen mengembalikan kemasan plastik. Sementara itu, eco-point reward program lebih menekankan insentif non-moneter dalam bentuk poin digital, kupon belanja, diskon, atau hadiah yang bisa ditukar oleh peserta.

Dari segi target peserta, deposit-refund system lebih fokus pada konsumen produk berkemasan plastik, khususnya botol minuman sekali pakai. Sebaliknya, eco-point reward program menargetkan masyarakat umum, terutama generasi muda yang terbiasa menggunakan aplikasi digital.

Dilihat dari efektivitasnya, deposit-refund system terbukti mampu meningkatkan tingkat pengembalian kemasan hingga 80–90% di negara yang telah menerapkannya, seperti Jerman dan Norwegia. Di sisi lain, efektivitas eco-point reward program bervariasi, tergantung pada desain program dan daya tarik insentif yang ditawarkan.

Kedua mekanisme memiliki kelebihan dan kekurangan. Deposit-refund system dianggap sederhana, transparan, dan efektif untuk mengelola volume limbah dalam jumlah besar, namun membutuhkan infrastruktur pengembalian seperti mesin otomatis (reverse vending machine). Sementara itu, eco-point reward program lebih fleksibel dan mampu meningkatkan kesadaran masyarakat terhadap gaya hidup berkelanjutan, tetapi memerlukan sistem digital yang transparan dan insentif yang cukup menarik agar konsisten diikuti.

Contoh implementasi menunjukkan bahwa deposit-refund system banyak digunakan di Eropa dan Asia Timur, sedangkan eco-point reward program telah diterapkan di Jepang serta beberapa kota di Indonesia melalui aplikasi bank sampah digital.

Secara keseluruhan, tabel ini menegaskan bahwa pemilihan mekanisme insentif perlu disesuaikan dengan kondisi sosial, infrastruktur, dan budaya masyarakat setempat. Kombinasi kedua pendekatan bahkan dapat memberikan hasil yang lebih optimal dalam mendukung pengelolaan limbah plastik berbasis ekonomi sirkular.

7. Kesimpulan

Pengelolaan risiko pasokan bahan baku limbah plastik merupakan aspek fundamental dalam menjaga keberlanjutan dan daya saing industri daur ulang, khususnya bagi UMKM dan startup. Stabilitas pasokan menjadi faktor penentu keberhasilan operasional, karena ketidakpastian dalam volume maupun kualitas limbah sering menimbulkan risiko finansial, teknis, dan manajerial yang signifikan. Untuk itu, strategi diversifikasi sumber pasokan menjadi sangat penting agar pelaku usaha tidak bergantung pada satu pihak saja. Melalui kemitraan dengan sektor makanan, minuman, ritel, dan industri kemasan, pelaku industri daur ulang dapat memperluas basis pasokan sekaligus memperoleh bahan baku dengan kualitas lebih baik.

Selain diversifikasi, digitalisasi rantai pasok juga memiliki peran besar dalam meningkatkan efisiensi dan transparansi sistem distribusi. Pemanfaatan teknologi seperti IoT, blockchain, dan big data analytics memungkinkan prediksi kebutuhan yang lebih akurat, pemantauan pasokan secara real-time, serta penghematan biaya operasional. Inovasi ini memperkuat keandalan rantai pasok sekaligus meningkatkan daya saing UMKM dan startup di pasar global.

Di sisi lain, keberhasilan strategi pasokan juga tidak lepas dari pentingnya kemitraan dan kolaborasi multisektor. Peran pemerintah daerah, bank sampah, komunitas pemulung, asosiasi lingkungan, hingga lembaga keuangan saling melengkapi dalam menciptakan ekosistem rantai pasok yang inklusif, tangguh, dan berkelanjutan. Dukungan kebijakan, insentif fiskal, serta skema pembiayaan hijau menjadi instrumen penting dalam memperkuat ekosistem ini.

Lebih jauh, mekanisme insentif seperti deposit-refund system dan eco-point reward program terbukti mampu mendorong partisipasi masyarakat dalam pengumpulan limbah plastik. Tidak hanya meningkatkan ketersediaan bahan baku, mekanisme ini juga berfungsi sebagai instrumen edukasi sosial untuk menumbuhkan kesadaran terhadap pentingnya ekonomi sirkular. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa strategi inovatif dalam mengelola risiko pasokan limbah plastik menekankan sinergi antara teknologi, kolaborasi, dan kebijakan publik. Pendekatan ini penting untuk membangun rantai pasok yang tangguh, berkelanjutan, serta mendukung transformasi menuju ekonomi sirkular yang memberikan manfaat ekonomi, sosial, dan lingkungan secara bersamaan.

8. Referensi

- [1] R. Blundel, A. Monaghan, and C. Thomas, "SMEs and environmental responsibility: a policy perspective," *Bus. Ethics A Eur. Rev.*, vol. 22, no. 3, pp. 246–262, 2013.
- [2] R. Radhiana, M. Mukhdasir, J. Surya, N. Syamsuddin, M. Maryam, and A. Syafitri, "Pengaruh Sistem Produksi Lean terhadap Pengurangan Biaya Produksi dan Peningkatan Profitabilitas di Industri Pengolahan Limbah Plastik," *J. Serambi Eng.*, vol. 10, no. 1, 2025.
- [3] M. Marlina, S. Sufitrayati, S. Amri, N. Syamsuddin, R. Radhiana, and R. M. Akbar, "Inovasi Operasional untuk Efisiensi Biaya dan Peningkatan Profit di Industri Pengolahan Limbah Plastik," *J. Serambi Eng.*, vol. 10, no. 1, 2025.
- [4] U. Ulfia, R. Rahmi, Z. Yusuf, R. Radhiana, M. Mukhdasir, and A. Humaira, "Strategi Pemilihan Bahan Baku Daur Ulang untuk Meningkatkan Profitabilitas di Industri Pengolahan Limbah Plastik," *J. Serambi Eng.*, vol. 10, no. 1, 2025.
- [5] S. Ikhbar, N. Nelly, M. Maksalmina, C. Amni, A. Arsyad, and A. A. Fansuri, "Strategi Pengelolaan Operasional untuk Meningkatkan Keuntungan dan Mengurangi Pengeluaran dalam Industri Daur Ulang Plastik," *J. Serambi Eng.*, vol. 10, no. 1, 2025.
- [6] N. Ebner and E. Iacovidou, "The challenges of Covid-19 pandemic on improving plastic waste recycling rates," *Sustain. Prod. Consum.*, vol. 28, pp. 726–735, 2021.
- [7] I. Jalil, M. Malahayati, S. Yana, H. Heriyana, I. Ilyas, and R. Nengsih, "Optimalisasi Proses Bisnis

- UMKM Kerajinan Gerabah melalui Sinergi Inovasi Pemasaran dan Manajemen Risiko Terstruktur,” *J. Serambi Eng.*, vol. 10, no. 1, 2025.
- [8] Juwita *et al.*, “Peluang Ekspansi Energi Terbarukan Biomassa dengan Analisis SWOT,” *J. Serambi Eng.*, vol. 8, no. 1, pp. 4947–4956, 2023.
- [9] C. Rusmina, Z. Zainuddin, J. Juwita, M. Marlina, and A. Jelita, “Risiko Investasi pada Inovasi Teknologi Ramah Lingkungan dalam Pengolahan Limbah Plastik,” *J. Serambi Eng.*, vol. 10, no. 2, 2025.
- [10] M. Maryam, R. Nengsih, T. Makmur, S. Susanti, A. Arsyad, and A. R. Rahmi, “Meningkatkan Profitabilitas UMKM Pengrajin Gerabah dengan Efisiensi Keuangan dan Optimalisasi Produksi,” *J. Serambi Eng.*, vol. 10, no. 1, 2025.
- [11] F. Hanum *et al.*, “Strategi Ekspansi Usaha UMKM dengan Pendekatan Metoda Hybrid SWOT Analisis dan AHP,” *J. Serambi Eng.*, vol. VIII, no. 1, pp. 4991–4999, 2023, [Online]. Available: <https://ojs.serambimekkah.ac.id/index.php/jse/article/view/5675>
- [12] Y. Kazancoglu, Y. D. Ozkan-Ozen, M. Sagnak, I. Kazancoglu, and M. Dora, “Framework for a sustainable supply chain to overcome risks in transition to a circular economy through Industry 4.0,” *Prod. Plan. Control*, vol. 34, no. 10, pp. 902–917, 2023.
- [13] D. Ivanov, “Digital supply chain management and technology to enhance resilience by building and using end-to-end visibility during the COVID-19 pandemic,” *IEEE Trans. Eng. Manag.*, vol. 71, pp. 10485–10495, 2021.
- [14] M. Marlina, T. M. H. A. H. Almuqaramah, C. R. Rusmina, R. Rahmi, and M. Zidane, “Analisis Profitabilitas dan Efisiensi Operasional pada Industri Perikanan Skala Kecil di Indonesia,” *J. Serambi Eng.*, vol. 10, no. 3, 2025.
- [15] C. Rusmina, M. Mawardi, M. Bakri, S. Susanti, R. Radhiana, and C. A. Surayya, “Meningkatkan Daya Saing UMKM melalui Penerapan Just-in-Time dan Teknologi Sederhana,” *J. Serambi Eng.*, vol. 10, no. 1, 2025.
- [16] C. L. Garay-Rondero, J. L. Martinez-Flores, N. R. Smith, S. O. Caballero Morales, and A. Aldrette-Malacara, “Digital supply chain model in Industry 4.0,” *J. Manuf. Technol. Manag.*, vol. 31, no. 5, pp. 887–933, 2020.
- [17] F. Rasool, M. Greco, and M. Grimaldi, “Digital supply chain performance metrics: a literature review,” *Meas. Bus. Excell.*, vol. 26, no. 1, pp. 23–38, 2022.
- [18] M. Hockenberry, “Redirected entanglements in the digital supply chain,” *Cult. Stud.*, vol. 35, no. 4–5, pp. 641–662, 2021.
- [19] P. Mauliza *et al.*, “Kendala Pemenuhan Suplai dan Permintaan Energi Terbarukan Biomassa Indonesia,” *J. Serambi Eng.*, vol. 8, no. 3, 2023.
- [20] R. Sarc, A. Curtis, L. Kandlbauer, K. Khodier, K. E. Lorber, and R. Pomberger, “Digitalisation and intelligent robotics in value chain of circular economy oriented waste management—A review,” *Waste Manag.*, vol. 95, pp. 476–492, 2019.
- [21] A. Cherrafi, A. Chiarini, A. Belhadi, J. El Baz, and A. Chaoui Benabdellah, “Digital technologies and circular economy practices: vital enablers to support sustainable and resilient supply chain management in the post-COVID-19 era,” *TQM J.*, vol. 34, no. 7, pp. 179–202, 2022.
- [22] L. V Lerman, G. B. Benitez, J. M. Müller, P. R. de Sousa, and A. G. Frank, “Smart green supply chain management: A configurational approach to enhance green performance through digital transformation,” *Supply Chain Manag. An Int. J.*, vol. 27, no. 7, pp. 147–176, 2022.
- [23] A. Prabawati, E. Frimawaty, and J. T. Haryanto, “Strengthening stakeholder partnership in plastics waste management based on circular economy paradigm,” *Sustainability*, vol. 15, no. 5, p. 4278, 2023.
- [24] S. Doh and B. Kim, “Government support for SME innovations in the regional industries: The case of government financial support program in South Korea,” *Res. Policy*, vol. 43, no. 9, pp. 1557–1569, 2014.
- [25] S. Talwar, “Circular economy initiatives in Indian manufacturing: an ecosystem view.” Macquarie University, 2021.

- [26] L. C. Ramírez-Rodríguez, M. Ormazabal, and C. Jaca, "Toward Sustainable Development Through Industrial Symbiosis: Enabling Circular Economy in the Plastic Supply Chain," *Sustain. Dev.*, 2025.
- [27] G. de Vargas Mores, C. P. S. Finocchio, R. Barichello, and E. A. Pedrozo, "Sustainability and innovation in the Brazilian supply chain of green plastic," *J. Clean. Prod.*, vol. 177, pp. 12–18, 2018.
- [28] H. Dijkstra and J. Planko, "The roles of sustainable entrepreneurs in tackling societal challenges: Quantifying how sustainable plastic companies act to create system change," *Sustain. Prod. Consum.*, vol. 39, pp. 534–545, 2023.
- [29] UNEP, "Global Waste Management Outlook 2024." [Online]. Available: https://www.unep.org/resources/global-waste-management-outlook-2024?utm_source=chatgpt.com
- [30] A. Rahman, "Exploring the role of social enterprises in a just transition to the circular economy: A case study of waste management and recycling sector in Indonesia," *Open Res. Eur.*, vol. 5, no. 111, p. 111, 2025.
- [31] D. Simpson, "Use of supply relationships to recycle secondary materials," *Int. J. Prod. Res.*, vol. 48, no. 1, pp. 227–249, 2010.
- [32] M. Gall, M. Wiener, C. C. de Oliveira, R. W. Lang, and E. G. Hansen, "Building a circular plastics economy with informal waste pickers: Recyclate quality, business model, and societal impacts," *Resour. Conserv. Recycl.*, vol. 156, p. 104685, 2020.
- [33] J. E. Rutkowski and E. W. Rutkowski, "Recycling in Brasil: paper and plastic supply chain," *Resources*, vol. 6, no. 3, p. 43, 2017.
- [34] F. C. Lit, J. C. C. M. Huijben, M. M. A. H. Cloudt, and E. Paredis, "Business model innovation in circular start-ups: Overcoming barriers in the circular plastics economy," *Int. Small Bus. J.*, vol. 42, no. 4, pp. 506–550, 2024.
- [35] D. R. Adhikari, P. Shrestha, and B. R. Adhikari, "New perspectives on people management dimensions in recycling startups," *J. Small Bus. Enterp. Dev.*, vol. 30, no. 7, pp. 1396–1422, 2023.
- [36] M. Ranjbari, M. Kuděj, J. Kubálek, and A. Ferraris, "A Typology of Circular Economy Startups in Agri-Food Supply Chains: An Analysis of 79 Innovative Startups," *Bus. Strateg. Environ.*, 2025.
- [37] V. Šuškevičė and J. Kruopienė, "Improvement of packaging circularity through the application of reusable beverage cup reuse models at outdoor festivals and events," *Sustainability*, vol. 13, no. 1, p. 247, 2020.
- [38] E. Tümer, İ. Dursun, C. Gökmen Köksal, and A. Durmaz, "Conceptualizing barriers to individual recycling: a qualitative study with multiple stakeholders in Türkiye," *J. Nonprofit Public Sect. Mark.*, vol. 37, no. 4, pp. 546–582, 2025.
- [39] L. Akenji, Y. Hotta, M. Bengtsson, and S. Hayashi, "EPR policies for electronics in developing Asia: an adapted phase-in approach," *Waste Manag. Res.*, vol. 29, no. 9, pp. 919–930, 2011.