



ELLEN MACARTHUR  
FOUNDATION

# KEMASAN FLEKSIBEL BERBAHAN KERTAS

**Peran yang dapat dijalankan dalam mengatasi polusi plastik fleksibel berukuran kecil di pasar dengan tingkat kebocoran yang tinggi.**

# DAFTAR ISI

<b>00</b>	<b>RINGKASAN EKSEKUTIF</b>	<b>5</b>
<b>01</b>	<b>KEMASAN BERBAHAN KERTAS YANG DIRANCANG SECARA BERTANGGUNG JAWAB: ALAT YANG BERHARGA DALAM STRATEGI EKONOMI SIRKULAR YANG LEBIH LUAS</b>	<b>11</b>
<b>02</b>	<b>KEMASAN FLEKSIBEL BERBAHAN KERTAS MEMILKI POTENSI MANFAAT, KETERBATASAN, DAN RISIKO</b>	<b>16</b>
<b>03</b>	<b>ENAM KRITERIA PENTING UNTUK KEMASAN FLEKSIBEL BERBAHAN KERTAS YANG DIRANCANG SECARA BERTANGGUNG JAWAB</b>	<b>24</b>
<b>04</b>	<b>MENUTUP KESENJANGAN: INOVASI YANG DIBUTUHKAN</b>	<b>32</b>
<b>05</b>	<b>APA YANG DIBUTUHKAN UNTUK MEMPERLUAS PENGGUNAAN KEMASAN FLEKSIBEL BERBASIS KERTAS YANG DIRANCANG SECARA BERTANGGUNG JAWAB</b>	<b>36</b>
	<b>LAMPIRAN</b>	<b>39</b>

## MENGAPA MENGGUNAKAN LAPORAN INI

**Mengatasi limbah kemasan plastik fleksibel dan polusi plastik merupakan hal yang esensial dalam mengatasi polusi plastik.** Sepuluh tahun upaya Yayasan Ellen MacArthur dalam menghadapi tantangan ini, yang berpuncak pada *2030 Plastics Agenda for Business*, mengidentifikasinya sebagai salah satu dari tiga hambatan sistemik utama dalam mewujudkan ekonomi sirkular dan mengurangi polusi plastik. Menangani hal ini merupakan prioritas utama bagi banyak pelaku industri.

**Seiring dengan meningkatnya minat terhadap kemasan fleksibel berbasis kertas sebagai solusi alternatif, pertanyaan-pertanyaan penting juga muncul** mengenai manfaat, risiko, dan keterbatasannya, serta intervensi apa yang dapat mempercepat pengembangan dan penerapan solusi semacam itu secara bermanfaat.

## BAGAIMANA LAPORAN INI BERTUJUAN UNTUK BERKONTRIBUSI

**Laporan ini memberikan gambaran dan pedoman untuk peran kemasan berbasis kertas dalam mengatasi polusi plastik fleksibel berukuran kecil di pasar dengan tingkat kebocoran yang tinggi.** Hal ini memastikan keselarasan mengenai kapan dan dalam kondisi apa kertas dapat berkontribusi—bersama dengan pendekatan lain.

**Dokumen ini juga menjelaskan apa yang diperlukan untuk mewujudkan visi dan batasan-batasan dalam praktik,** termasuk langkah-langkah untuk mempercepat inovasi dalam desain, produksi, dan pengadaan yang bertanggung jawab, serta tindakan dari pelaku usaha dan pembuat kebijakan untuk menerapkan sistem perlindungan.

**Temuan ini didasarkan pada masukan dan keahlian yang luas dari berbagai pemangku kepentingan.** Lebih dari 60 ahli dari berbagai organisasi non-pemerintah (NGO), merek, produsen kemasan kertas dan plastik, serta akademisi memberikan masukan. Penelitian dari Koalisi Aksi Sampah Plastik Forum Barang Konsumen menjadi dasar bagi pekerjaan ini, didukung oleh tinjauan teknis khusus mengenai kandungan komposabilitas dan biodegradabilitas yang dilakukan oleh Normec OWS. Masukan-masukan ini disintesis oleh Ellen MacArthur Foundation bersama dengan penelitian lapangan dan analisisnya sendiri. Keterlibatan yang luas ini telah membantu memastikan kesimpulan-kesimpulan tersebut mencerminkan perspektif yang luas dari sektor industri dan ilmiah, menggabungkan pengetahuan di bidang deforestasi, pengelolaan limbah, bahan kimia berbahaya, sektor limbah informal, biodegradabilitas, dan inovasi kemasan di seluruh dunia.





## RUANG LINGKUP LAPORAN INI

Laporan ini berfokus pada kemasan fleksibel berukuran kecil di pasar dengan tingkat kebocoran yang tinggi, di mana dampak kemasan plastik fleksibel paling terasa dan peluangnya paling signifikan. Yang kami maksud dengan kemasan fleksibel berbahan kertas, adalah kemasan fleksibel yang terutama terbuat dari bahan dasar selulosa, baik yang berasal dari serat kayu maupun serat non-kayu, serta sering kali dikombinasikan dengan fitur-fitur kinerja seperti lapisan pelindung, laminasi, aditif, perekat, dan tinta.

**Sampah plastik fleksibel merupakan masalah global, tetapi sifat tantangan—dan solusi yang diperlukan—sangat bervariasi tergantung pada konteksnya.** Di beberapa negara, kemasan fleksibel sebagian besar dikumpulkan, tetapi biasanya berakhir dengan dibakar, dibuang ke tempat pembuangan akhir, atau diekspor.<sup>1</sup> Di negara lain, tingkat pengumpulan yang rendah dan pengelolaan limbah yang buruk secara luas menyebabkan tingkat kebocoran yang tinggi ke lingkungan. Di pasar dengan tingkat kebocoran yang tinggi, di mana pemulung informal memainkan peran penting dalam sistem pemulihan limbah, nilai rendah dari kemasan berukuran kecil berarti kemasan tersebut jarang dikumpulkan dan sering mencemari lingkungan. Banyak dari pasar-pasar ini merupakan negara-negara dengan pendapatan menengah ke bawah hingga menengah ke atas, di mana permintaan akan kemasan fleksibel meningkat dengan cepat.<sup>2</sup> Kantong saset khususnya sangat populer di pasar-pasar ini, karena konsumen menghargainya karena kemudahan penggunaannya, biaya yang rendah, dan kemudahan penyimpanannya.

**Pasar yang memiliki sistem pengumpulan formal dan tingkat kebocoran yang lebih rendah tidak termasuk dalam cakupan laporan ini.** Penggunaan bahan alternatif di pasar-pasar ini harus dipertimbangkan dengan tingkat pengawasan yang setara dan standar yang tinggi.

**Analisis ini berfokus pada kemasan fleksibel berukuran kecil dengan ukuran A5 atau lebih kecil, seperti saset, pembungkus, kantong, dan kantong bantal kecil.**

Penelitian ini mengkaji kemasan primer, khususnya kemasan bisnis-ke-konsumen (B2C),<sup>3</sup> yang menyumbang sebagian besar polusi kemasan.<sup>4</sup> Format-format ini umumnya digunakan untuk produk-produk sehari-hari seperti camilan, permen, sampo, minyak goreng, kopi, dan susu.

**Laporan ini tidak merekomendasikan pilihan bisnis, produk, segmen konsumen, atau tingkat negara tertentu.** Sebaliknya, pedoman ini menyediakan prinsip-prinsip panduan untuk mendukung pengambilan keputusan secara kasus per kasus yang harus dilakukan dengan keterlibatan yang signifikan dari pemangku kepentingan lokal, dengan menyadari bahwa hasilnya sangat bergantung pada desain kemasan, sistem pengelolaan limbah lokal, serta konteks sosial dan ekonomi. Bukti masih terus bermunculan di beberapa bidang. Oleh karena itu, laporan ini dimaksudkan sebagai titik awal dan bukan panduan definitif, dan kami menyambut penelitian lebih lanjut yang spesifik konteks.

**Semua bahan kemasan harus diperiksa dengan tingkat ketelitian yang setara dan memenuhi standar yang tinggi.** Meskipun laporan ini berfokus pada bahan fleksibel berbasis kertas, bahan lain apa pun harus dievaluasi dengan standar yang setara tinggi untuk memastikan manfaat potensialnya terwujud dan risiko yang terkait diatasi secara aktif.

## RINGKASAN EKSEKUTIF

**Kemasan fleksibel berbahan kertas memiliki potensi untuk membantu mengatasi salah satu sumber polusi kemasan plastik yang paling menantang: kemasan fleksibel berukuran kecil di pasar dengan tingkat kebocoran yang tinggi.**

**Mengatasi tantangan ini memerlukan berbagai alat. Kertas dapat menjadi salah satu yang penting di antaranya—tetapi hanya jika dirancang secara bertanggung jawab, untuk menghindari mengganti satu set masalah dengan yang lain.**

**Inovasi-inovasi yang menjanjikan mulai muncul, tetapi kemasan kertas yang memenuhi persyaratan tersebut belum tersedia dalam skala, biaya, dan kinerja yang dibutuhkan. Oleh karena itu, laporan ini menyerukan perlunya investasi sistematis dan mendesak dalam inovasi, yang dipandu oleh enam kriteria kritis yang mendefinisikan ‘desain yang bertanggung jawab’, untuk mengembangkan solusi berbasis kertas yang memberikan manfaat nyata.**

**Perlu segera dilakukan upaya lebih lanjut untuk mengatasi polusi kemasan plastik fleksibel berukuran kecil.** Ringan, fungsional, praktis, dan hemat biaya, kemasan plastik fleksibel telah menjadi sangat umum dan merupakan kategori kemasan plastik yang tumbuh paling cepat<sup>5</sup>—

tetapi juga yang paling sulit untuk dikelola setelah digunakan. Karena ukurannya yang kecil dan nilainya yang rendah, kemasan fleksibel berukuran kecil jarang dikumpulkan dalam praktiknya, terutama di pasar dengan sistem pengumpulan sampah informal. Kemasan plastik fleksibel menyumbang 80% dari total kemasan plastik yang masuk ke lautan dan memiliki tingkat daur ulang terendah di dunia.<sup>6</sup>

**Mengatasi tantangan ini memerlukan berbagai alat, dan tidak ada solusi tunggal.** Karena ukurannya merupakan kendala utama dalam pengumpulan, peluang untuk mengurangi ketergantungan pada poster fleksibel berukuran kecil harus diprioritaskan di mana pun memungkinkan. Di mana format fleksibel terus digunakan, penggantian bahan apa pun harus dibarengi dengan upaya untuk membantu memperluas sistem pengumpulan dan daur ulang yang efektif, termasuk dukungan bagi pemulung sampah yang memainkan peran kritis dalam banyak konteks dengan tingkat kebocoran tinggi. Kemasan tidak boleh dimaksudkan untuk berakhir di lingkungan.

**Kemasan fleksibel berbasis kertas yang dirancang secara bertanggung jawab memiliki potensi untuk menjadi alat tambahan yang berharga.** Keunggulan utamanya dibandingkan dengan kemasan fleksibel berbahan plastik adalah bahwa kemasan ini dapat dirancang dengan lebih mudah untuk dapat didaur ulang dan terurai secara alami di berbagai lingkungan.<sup>7</sup> Di wilayah dengan tingkat kebocoran yang tinggi, hal ini dapat mengurangi polusi plastik yang persisten jika akhirnya berakhir di lingkungan, sekaligus memungkinkan jalur daur ulang di masa depan jika sistem pengumpulan dan pemilahan sampah mengalami perbaikan yang signifikan. Karena semua solusi untuk mengatasi polusi kemasan plastik fleksibel memiliki tantangan dan keterbatasan, memiliki satu alat lagi dalam kotak alat akan sangat berguna.



**Sangat penting bagi kemasan fleksibel berbasis kertas untuk dirancang dan dipasok secara bertanggung jawab guna menghindari pengenalan risiko lingkungan dan sosial yang signifikan.** Perpindahan ke penggunaan kertas dapat membawa risikonya sendiri, termasuk berkontribusi pada degradasi hutan dan kehilangan keanekaragaman hayati,<sup>8</sup> penggunaan air yang tinggi, serta emisi metana saat dibuang di tempat pembuangan akhir yang tidak terkelola. Desain yang menggunakan lapisan polimer atau komponen kimia yang tidak dapat terurai secara alami, atau yang mengandung bahan kimia yang berpotensi berbahaya, tetap dapat menyebabkan polusi yang persisten dan menimbulkan risiko kimia yang dapat dihindari. Mengingat volume kemasan yang besar yang menjadi perhatian, penilaian proaktif dan mitigasi risiko ini menjadi kunci untuk memastikan kemasan fleksibel berbasis kertas memberikan manfaat yang sesungguhnya.

**Enam kriteria penting menentukan kemasan fleksibel berbahan kertas berukuran kecil yang dirancang secara bertanggung jawab.** Bersama-sama, kriteria ini memberikan panduan yang jelas dan pedoman bagi para inovator, perusahaan, dan investor, menunjukkan bagaimana kertas dapat menjalankan peran yang berharga sambil memitigasi risiko. Kriteria ini membantu memastikan bahwa penggantian berbasis kertas:

- tidak berkontribusi terhadap degradasi hutan
- meminimalkan dampak lingkungan selama proses produksi.
- memenuhi kebutuhan teknis, ekonomi, dan konsumen.
- kompatibel dengan daur ulang dalam sistem lokal ketika dikumpulkan
- tidak menyebabkan pelepasan bahan kimia berbahaya atau polusi plastik yang persisten
- tidak mengganggu upaya untuk mengurangi ketergantungan pada kemasan fleksibel berukuran kecil.

## KEMASAN FLEKSIBEL BERBAHAN KERTAS SEBAIKNYA...



**Untuk membuka peluang tersebut, inovasi yang signifikan dan skala yang besar diperlukan.** Saat ini, kemasan yang memenuhi semua enam kriteria tidak tersedia untuk sebagian besar aplikasi. Kemajuan awal menunjukkan momentum yang nyata, tetapi diperlukan inovasi yang jauh lebih besar dan skala ekonomi yang signifikan untuk memperluas jangkauan aplikasi<sup>9</sup> di mana kertas yang dirancang secara bertanggung jawab menjadi alat yang secara teknis dan ekonomis layak. Secara khusus, menggabungkan biodegradabilitas dengan persyaratan kinerja dan daur ulang tetap menjadi tantangan inovasi.

**Kesenjangan saat ini antara ambisi dan kemasan yang siap dipasarkan seharusnya memperkuat, bukan menghambat, argumen untuk berinovasi, berinvestasi, dan melakukan uji coba sekarang.** Pengembangan dan penerapan kemasan berbasis kertas yang dirancang secara bertanggung jawab tidak akan terjadi dalam semalam. Akan ada langkah-langkah sementara.<sup>10</sup> Langkah-langkah ini harus dirancang secara sengaja dan bertujuan untuk mencapai semua enam kriteria.

**Tindakan perlu diambil di empat bidang utama** untuk mempercepat pengembangan kemasan fleksibel berbahan kertas berukuran kecil yang dirancang secara bertanggung jawab dan menetapkan langkah-langkah perlindungan yang diperlukan untuk mengarahkan penggunaan yang bertanggung jawab:



**Percepat inovasi** menuju solusi berbasis kertas yang memenuhi semua kriteria kritis



**Membangun sistem pengumpulan dan daur ulang yang efektif dan inklusif secara sosial** untuk kemasan fleksibel berbahan dasar kertas sebagai bagian dari pengelolaan limbah yang holistik



**Pastikan rantai pasok serat yang berkelanjutan dan lindungi hutan** pada tingkat perusahaan dan sistem



**Prioritaskan dan utamakan jalur solusi alternatif** (eliminasi, daur ulang) di mana pun memungkinkan

**Mengakhiri polusi plastik fleksibel berukuran kecil dan menciptakan ekonomi sirkular memerlukan kerja sama jangka panjang dan komitmen yang berkelanjutan** dari industri dan pembuat kebijakan. Jika dirancang dengan baik dan bertanggung jawab, kemasan berbasis kertas dapat berkontribusi dalam mengatasi polusi plastik dan menciptakan ekonomi sirkular, yang bermanfaat bagi manusia dan planet.

# SEBAGAI DUKUNGAN

Yayasan Ellen MacArthur ingin mengucapkan terima kasih kepada organisasi dan individu yang telah memberikan kontribusi signifikan dalam mengembangkan agenda ini selama enam bulan terakhir melalui berbagai putaran tinjauan, sesi kelompok kerja, dan wawancara dengan para ahli.

## MITRA STRATEGIS

### Canopy

### Nandini Kumar

Konfederasi Industri India

### Professor Gaurav Goel

Indian Institute of Technology Delhi

### Profesor M. Reza Cordova

Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) Indonesia dan Asosiasi Alpha

### WIEGO

### WRAP

### WWF

## KELOMPOK KERJA DAN PARA AHLI LAINNYA YANG DIKONSULTASIKAN

Lebih dari 60 ahli dari berbagai organisasi non-pemerintah (NGO), merek, produsen kemasan kertas dan plastik, serta akademisi memberikan masukan. Tinjauan teknis terhadap bagian-bagian yang relevan disediakan oleh Carbon Trust, Food Packaging Forum, dan Normec OWS.

## ORGANISASI YANG MENDUKUNG



## ENDORSER SWASTA

Profesor Gaurav Goel dan Dr. John Williams

Para pendukung mendukung visi dan rekomendasi keseluruhan dari publikasi ini. Laporan ini mencerminkan kesepakatan yang luas di berbagai bidang, tetapi tidak secara otomatis mewakili pandangan rinci dari setiap organisasi yang mendukung terhadap semua aspek analisis atau kesimpulan, dan tidak mencerminkan kesepakatan dari organisasi mana pun yang mendukung untuk mengambil tindakan individu atau kolaboratif.

“Saya menyambut baik laporan ini, yang mengakui bahwa alternatif berbasis kertas dapat membantu secara signifikan mengurangi polusi plastik yang persisten, tetapi hal ini hanya dapat terwujud jika alternatif tersebut dirancang secara bertanggung jawab dan selaras dengan infrastruktur lokal serta realitas regional. Hal ini dengan tepat menekankan bahwa penggantian bahan saja bukanlah jalan pintas menuju keberlanjutan, dan bahwa manfaat lingkungan yang sesungguhnya bergantung pada pertimbangan-pertimbangan ini.”

**M. Reza Cordova, Profesor Peneliti  
BADAN RISET DAN INOVASI NASIONAL  
(BRIN) INDONESIA**

“Laporan ini, yang didukung oleh bukti dan masukan dari pemangku kepentingan, menetapkan kerangka awal mengenai tantangan dan kondisi kritis untuk mengubah janji kemasan fleksibel berbahan kertas menjadi kenyataan yang dapat diskalakan. Hal ini sangat menekankan pentingnya menggabungkan pemilihan bahan yang bijaksana dan inovasi bahan yang radikal dengan kolaborasi yang mendalam dan penilaian berbasis data untuk merancang solusi kemasan yang melindungi produk dan planet.”

**Gaurav Goel, Profesor  
INSTITUT TEKNOLOGI INDIA DELHI**

“Di Indonesia, di mana kemasan fleksibel berukuran kecil sering kali terlewatkan oleh sistem pengumpulan dan berkontribusi pada pencemaran lingkungan, kita sangat membutuhkan solusi yang efektif di dunia nyata. Alternatif berbasis kertas yang dirancang secara bertanggung jawab—dikembangkan dengan perlindungan yang kuat dan diimplementasikan melalui inovasi—dapat menjadi pelengkap penting bagi upaya pengurangan, penggunaan kembali, daur ulang, dan investasi dalam sistem pengelolaan limbah yang inklusif. Laporan ini memberikan panduan yang jelas mengenai kapan dan bagaimana solusi berbasis kertas dapat memberikan manfaat lingkungan tanpa menimbulkan risiko yang tidak diinginkan. Saat ini adalah waktu yang tepat bagi industri, pembuat kebijakan, dan masyarakat untuk mengambil tindakan terkoordinasi guna mempercepat inovasi, melindungi hutan, memperkuat sistem pengumpulan, dan mendorong transisi menuju sistem bahan yang benar-benar berkelanjutan yang bermanfaat bagi manusia, ekonomi, dan planet ini.”

**Widharmika Agung, Mitra dan Kepala Kantor Indonesia  
SYSTEMIQ**

“Laporan ini menunjukkan bahwa kemasan fleksibel berbasis kertas dapat menjadi alat yang berharga, tetapi hanya jika dirancang secara bertanggung jawab dan diterapkan sebagai bagian dari strategi ekonomi sirkular yang lebih luas. Hal ini seharusnya tidak dipandang sebagai pertukaran material, melainkan sebagai tantangan transformasi sistem yang memerlukan inovasi, kolaborasi rantai pasok, dan keselarasan kebijakan yang kuat untuk secara signifikan mengurangi polusi kemasan fleksibel di pasar dengan tingkat kebocoran tinggi.”

**Anthony Perrotta, Mitra, Keberlanjutan & Ekonomi  
Regeneratif  
PA CONSULTING**

“Kertas yang dirancang dengan baik dan diproduksi secara bertanggung jawab, seperti yang dijelaskan dalam laporan ini, merupakan salah satu solusi yang layak untuk mengatasi polusi plastik. Namun, kita memerlukan lebih banyak inovasi untuk memperluas skala dan aplikasi kemasan berbasis kertas, termasuk teknologi pelapisan dan perekat. Kami berharap laporan ini menyoroti kebutuhan akan investasi tambahan dan inovasi di bidang ini, serta batasan-batasan yang diperlukan.”

**Allison Lin, Wakil Presiden Global Healthy Planet  
MARS**

“Nestlé yakin bahwa kemasan fleksibel berbasis kertas dapat memainkan peran penting dalam mengurangi penggunaan plastik baru dan meminimalkan limbah serta polusi dari kemasan fleksibel. Laporan ini memberikan pemangku kepentingan visi bersama yang sangat dibutuhkan dan serangkaian kriteria yang jelas untuk memastikan bahwa solusi kemasan fleksibel berbasis kertas dikembangkan dan diterapkan secara bertanggung jawab. Kami menyerukan kepada seluruh rantai nilai dan pembuat kebijakan untuk bergabung dengan kami dalam mengambil tindakan untuk mempercepat inovasi yang selaras dengan kriteria ini, sambil memprioritaskan sistem pengumpulan dan daur ulang untuk semua kemasan.”

**Gilles Demaurex, Kepala Pengembangan Kemasan Global  
NESTLÉ**

“Pemerintah, lembaga keuangan, dan masyarakat sipil semuanya memiliki peran penting dalam terus mendorong keberlanjutan kemasan. Kami berharap laporan ini dapat membantu menyelaraskan semua pemangku kepentingan di balik visi bersama dan serangkaian kriteria kritis untuk secara bertanggung jawab mendorong penggunaan kemasan fleksibel berbasis kertas sebagai salah satu alat yang dapat digunakan untuk mendukung ekonomi sirkular.”

**David V Allen, Wakil Presiden Kemasan Berkelanjutan  
PEPSICO**

“Kemasan fleksibel berbasis kertas generasi berikutnya merupakan fokus utama bagi Unilever dan prioritas industri secara keseluruhan. Laporan ini dengan jelas menjelaskan peran penting kertas dalam hal ini dan apa yang diperlukan untuk mengembangkan solusi yang diinginkan oleh konsumen, lebih baik bagi lingkungan, dan layak secara bisnis.”

**Pablo Costa - Kepala Global Kemasan,  
Digital & Transformasi  
UNILEVER**

“Perusahaan yang ingin menggunakan kemasan fleksibel yang lebih berkelanjutan perlu menghindari beralih dari “panci plastik” ke “api kertas.” Laporan ini memberikan gambaran yang baik tentang pilihan dan risiko yang perlu diwaspadai, terutama ketika pasokan serat kayu berkelanjutan semakin terbatas dan begitu banyak kertas baru mengandung serat hutan berisiko tinggi.”

**Nicole Rycroft, Direktur Eksekutif  
CANOPY**

“Saset plastik dan plastik fleksibel berukuran kecil lainnya diproduksi dan dijual dalam jumlah miliaran di seluruh dunia dan termasuk di antara format kemasan sekali pakai yang paling rentan terhadap kebocoran, berkontribusi terhadap polusi lingkungan yang berkelanjutan dan risiko terhadap ekosistem serta kesehatan manusia. Laporan ini menjabarkan jalur yang jelas dan berbasis bukti untuk mengurangi dampak-dampak tersebut, termasuk mengurangi ketergantungan pada plastik konvensional dan memajukan alternatif berbasis serat dan kertas yang dirancang secara bertanggung jawab yang dapat mendukung sirkularitas yang lebih besar.”

**Dr. Manuel Brunner, Manajer Senior, Inovasi & Investasi  
Material Berkelanjutan  
YAYASAN MINDEROO**

“Meningat peran penting yang dimainkan oleh pemulung dalam rantai daur ulang, setiap intervensi pada rantai nilai harus dirancang dengan cermat dengan mempertimbangkan dampak apa yang mungkin terjadi pada mata pencaharian para pengelola ekonomi sirkular ini. Oleh karena itu, saya menyambut baik pemikiran yang cermat di balik laporan ‘Kemasan Fleksibel Berbahan Kertas: Peran yang dapat dimainkannya dalam mengatasi polusi plastik fleksibel berukuran kecil di pasar dengan tingkat kebocoran yang tinggi’. Saat kita berupaya menuju ekonomi sirkular yang lebih besar, kita tidak boleh mengabaikan tujuan inklusivitas yang lebih besar.”

**Sonia Dias, Spesialis Limbah  
WIEGO**

“Kemasan fleksibel berukuran kecil merupakan penyumbang signifikan terhadap polusi plastik, terutama di pasar dengan tingkat kebocoran tinggi, sehingga menjadikannya salah satu tantangan paling mendesak yang kita hadapi. Substitusi material memainkan peran penting dalam mengatasi krisis ini, tetapi harus diterapkan dengan bijak—bersamaan dengan solusi eliminasi dan penggunaan kembali—untuk menghindari pertukaran yang tidak diinginkan. Laporan ini memberikan batasan dan panduan praktis yang sangat dibutuhkan untuk memastikan bahwa setiap transisi ke kemasan berbasis kertas dilakukan secara bertanggung jawab dan memberikan manfaat nyata bagi lingkungan dan sosial.”

**Erin Simon, Wakil Presiden dan Kepala, Limbah Plastik dan  
Bisnis  
WWF**

A photograph of a granola dispenser with several glass tubes filled with different types of granola. A person's hands are visible in the foreground, holding a smartphone and pointing it towards the dispenser. The background is slightly blurred, showing more of the dispenser and a woven basket.

# 01

**KEMASAN  
BERBAHAN  
KERTAS YANG  
DIRANCANG  
SECARA  
BERTANGGUNG  
JAWAB: SUATU  
ALAT YANG  
BERHARGA  
DALAM STRATEGI  
EKONOMI  
SIRKULAR YANG  
LEBIH LUAS**

Sejumlah pendekatan komplementer akan dibutuhkan untuk mengatasi limbah dan polusi plastik fleksibel berukuran kecil di pasar dengan tingkat kebocoran yang tinggi. Secara garis besar, pendekatan-pendekatan ini dapat dikelompokkan menjadi dua kategori utama:

- **Kurangi ketergantungan pada kemasan fleksibel berukuran kecil** melalui model pengiriman alternatif dan format kemasan yang menghindari kebutuhan akan kemasan fleksibel berukuran kecil, termasuk sistem tanpa kemasan, model penggunaan kembali, atau format yang dapat didaur ulang secara luas.
- **Rancanglah semua perlengkapan fleksibel yang tersisa agar sesuai dengan ekonomi sirkular**, sehingga mengurangi dampak lingkungan. Pemilihan material merupakan bagian penting dari hal ini, termasuk kemasan berbahan dasar kertas yang dapat terurai secara hayati untuk didaur ulang, kemasan berbahan dasar plastik yang dapat terurai secara hayati untuk pengomposan, dan kemasan fleksibel plastik yang dapat didaur ulang.

**Kemasan fleksibel berbahan dasar kertas yang dirancang secara bertanggung jawab berpotensi menjadi alat yang berharga dalam strategi ekonomi sirkular yang lebih luas.** Hal ini terutama berlaku ketika kemungkinan kebocoran tinggi dan mengurangi ketergantungan pada kertas fleksibel berukuran kecil tidak segera memungkinkan.

**Menentukan jalur yang paling tepat adalah hal yang kompleks.** Hal ini membutuhkan riset yang mendalam dan keterlibatan pemangku kepentingan lokal, dan bagian ini memberikan panduan tingkat tinggi untuk mendukung penilaian yang lebih mendalam dan spesifik konteks tersebut.

**Dalam semua kasus, peningkatan skala infrastruktur pengumpulan, pemilahan, dan daur ulang yang efektif sangat penting.** Hal ini sangat penting untuk mengurangi kebocoran dan memastikan bahwa semua kemasan tidak mencemari lingkungan dan tetap beredar dalam perekonomian.

## KURANGI KETERGANTUNGAN PADA KEMASAN FLEKSIBEL UKURAN KECIL

**Model pengiriman alternatif, seperti model penggunaan kembali dan tanpa kemasan, harus diprioritaskan jika memungkinkan dan menguntungkan.**<sup>11</sup> Kemasan fleksibel berukuran kecil sulit dikelola setelah menjadi limbah, terlepas dari bahannya. Menghindari timbulnya sampah kemasan sejak awal adalah cara paling langsung untuk mengatasi masalah sampah dan polusi.

**Jika model pengiriman alternatif tidak memungkinkan, beralih dari kemasan fleksibel berukuran kecil untuk satu porsi ke format yang lebih besar dan dapat didaur ulang secara luas dapat mengurangi polusi.** Kemasan yang lebih besar dan memiliki nilai material lebih tinggi dapat mendorong pengumpul sampah untuk melakukan pengumpulan. Penilaian siklus hidup—yang mencakup hasil akhir masa pakai—diperlukan untuk memahami pertimbangan antara penggunaan material dan kemungkinan terjadinya polusi.

**Bukti menunjukkan bahwa mengurangi ketergantungan pada amplop fleksibel berukuran kecil melalui model dan format pengiriman alternatif dapat dilakukan dalam waktu dekat.** Banyak produk yang dijual dalam kemasan saset porsi kecil—seperti produk perawatan rumah tangga atau pribadi atau susu—sudah tersedia dalam kemasan yang dapat digunakan kembali atau kemasan yang lebih besar dan dapat didaur ulang secara luas di pasar yang sama. Beberapa studi juga menunjukkan bahwa ketidakmampuan untuk membeli porsi yang lebih besar bukanlah penghalang bagi banyak konsumen untuk beralih ke format lain.<sup>12</sup> Di Filipina, misalnya, separuh konsumen di 10% rumah tangga teratas berdasarkan pendapatan menggunakan produk perawatan pribadi dalam kemasan saset, sementara sepertiga dari mereka yang berada di kelompok pendapatan terendah tidak menggunakannya;<sup>13</sup> ukuran kemasan yang lebih besar sering kali lebih disukai untuk beberapa produk, bahkan di kalangan konsumen berpenghasilan rendah.<sup>14</sup> Hal ini menunjukkan peluang jangka

pendek untuk mempromosikan format alternatif kepada sebagian besar konsumen untuk kategori produk tertentu.

**Kolaborasi, kebijakan, dan pembangunan ekonomi yang lebih luas dapat semakin mengurangi penggunaan format kecil seiring waktu.** Mengembangkan model bisnis daur ulang dapat mempercepat pergeseran ini sekaligus memberikan manfaat bisnis yang signifikan.<sup>15</sup> Meskipun proyek percontohan daur ulang skala kecil telah menunjukkan hasil yang menjanjikan, cakupannya masih terbatas.<sup>16</sup> Inisiatif yang lebih besar dan mencakup seluruh industri, dikombinasikan dengan intervensi kebijakan, dapat membantu meningkatkan skala solusi ini dengan mengatasi hambatan yang tidak dapat ditangani oleh masing-masing perusahaan secara mandiri. Sejalan dengan itu, perkembangan ekonomi yang berkelanjutan di pasar dengan tingkat kebocoran yang tinggi diperkirakan akan semakin mengurangi segmen konsumen yang bergantung pada kemasan sekali pakai untuk mengakses produk.

**BACAAN  
LEBIH  
LANJUT**



WWF dan Ellen MacArthur Foundation, *Pemanfaatan Kembali di Global Selatan (2025)*

## DESAIN KEMASAN YANG TETAP FLEKSIBEL UNTUK EKONOMI SIRKULER, MENGURANGI DAMPAK LINGKUNGAN

Karena tidak semua kemasan fleksibel dapat dihindari, kemasan apa pun yang kita gunakan harus dirancang untuk memungkinkan daur ulang material, menghindari bahan kimia berbahaya, dan mengurangi kemungkinan polusi plastik yang berkelanjutan. Menghindari polusi plastik yang terus-menerus sangat relevan di wilayah-wilayah di mana sistem pengumpulan dan pengelolaan sampah berukuran kecil diperkirakan tidak akan berkembang dalam waktu dekat, dan di mana kebocoran sangat mungkin terjadi.

Jika alternatif untuk kemasan fleksibel berukuran kecil tidak memungkinkan, maka meningkatkan format fleksibel adalah jalur utama untuk mengurangi dampak lingkungan. Dalam beberapa kategori produk, format alternatif yang layak untuk kemasan fleksibel sulit diidentifikasi dalam waktu dekat, terutama di mana porsi yang lebih besar tidak diinginkan dan model isi ulang sulit diterapkan, seperti untuk makanan tertentu yang praktis untuk dibawa bepergian.

Pemilihan material merupakan elemen kunci dalam mendesain kemasan fleksibel, dan pilihan yang paling tepat akan bervariasi tergantung konteksnya. Pertimbangan utama meliputi apakah pengadaan dan produksi dapat memperburuk risiko lingkungan atau sosial regional, kelayakan teknis dan komersial kemasan, dan dampak lingkungan dari kemasan tersebut mengingat infrastruktur pengelolaan limbah lokal dan kemungkinan hasil akhir masa pakainya.

Jarang sekali ada jawaban yang benar secara objektif ketika memilih material: sering kali diperlukan kompromi dan pertimbangan. Manfaat, keterbatasan, dan risiko dari setiap opsi harus dinilai, dengan mempertimbangkan kondisi dan prioritas setempat. Akibatnya, kepentingan relatif dari berbagai dampak—seperti polusi plastik yang terus-menerus, emisi gas rumah kaca (GRK) atau penggunaan air—dapat bervariasi tergantung konteksnya. Selain itu, penilaian ini mungkin harus bergantung pada data yang tidak lengkap atau asumsi yang berorientasi ke masa depan, seperti kapan dan bagaimana sistem pengelolaan limbah akan berkembang di wilayah geografis tertentu.

Kemasan fleksibel berbahan dasar kertas yang dirancang secara bertanggung jawab dapat menjadi pilihan yang berharga ketika kemungkinan kebocoran tinggi. Dalam konteks seperti itu, hal ini dapat membantu menghindari polusi plastik yang berkelanjutan jika plastik tersebut akhirnya masuk ke lingkungan, sekaligus memungkinkan daur ulang karena sistem pengumpulan dan pemilahan lokal meningkat dari waktu ke waktu.

Inovasi dalam desain kemasan fleksibel harus berjalan seiring dengan investasi berkelanjutan dalam model pengiriman alternatif. Dalam banyak kasus, penggunaan kembali dan model pengiriman lainnya dapat memainkan peran penting dari waktu ke waktu, tetapi keberhasilannya bergantung pada faktor-faktor di luar kendali perusahaan mana pun. Faktor-faktor tersebut dapat mencakup infrastruktur bersama lintas industri, intervensi kebijakan, dan perubahan kebiasaan konsumen, rantai pasokan, dan lingkungan ritel. Dalam kasus-kasus ini—di mana alternatif adalah tujuan jangka panjang—peningkatan desain kemasan fleksibel format kecil dapat membantu mengelola risiko jangka pendek, tetapi harus berjalan seiring dengan kolaborasi dan advokasi industri untuk mengatasi hambatan dalam meningkatkan skala model pengiriman lainnya dari waktu ke waktu.



### KURANGI KETERGANTUNGAN PADA KARET FLEKSIBEL UKURAN KECIL SEBISA MUNGKIN



\*Kelayakan bergantung pada faktor-faktor seperti logistik, peraturan, serta kelayakan teknis dan komersial.

**RANCANG KEMASAN FLEKSIBEL YANG TERSISA UNTUK EKONOMI SIRKULAR**



**BERSAMBUNG DARI HALAMAN SEBELUMNYA**

**JALUR PALING RELEVAN UNTUK DIEKSPLORASI**

**03**  
Opsi kemasan fleksibel mana yang layak tanpa memperburuk risiko lingkungan atau sosial?

- Apakah saat ini tersedia, berfungsi, dan layak secara komersial?
- Bisakah teknologi ini dikembangkan sebelum kemasan plastik fleksibel berukuran kecil diharapkan dapat didaur ulang dalam skala besar?
- Bisakah hal itu dikembangkan sedemikian rupa sehingga tidak memperburuk masalah lingkungan dan sosial? (misalnya, kehutanan atau tekanan air di daerah-daerah di mana batas-batas ekologis terancam)

**04**  
Mana yang memiliki dampak lingkungan lebih rendah jika dilihat dari hasil akhir masa pakainya dalam jangka pendek?

- Seberapa besar kemungkinan kemasan tersebut bocor ke lingkungan? (tergantung pada ukuran, kemampuan daur ulang, nilai material)
- Seberapa besar kemungkinan terjadinya penimbunan dan pembakaran sampah yang tidak dikelola dengan baik?

**05**  
Manakah yang memiliki hasil akhir kehidupan yang diharapkan lebih menjanjikan di masa depan?

- Seberapa besar kemungkinan dan seberapa cepat daur ulang kertas, daur ulang plastik fleksibel, dan pengomposan diharapkan dapat berkembang secara lokal?
- Apakah kemasan tersebut dirancang agar kompatibel dengan sistem daur ulang atau pengomposan lokal yang diharapkan?

**PERTIMBANGAN YANG MENDASARI PEMILIHAN MATERIAL:**

Berbasis kertas yang dapat didaur ulang dan mudah terurai secara alami

Dapat terurai secara alami, bukan berbahan dasar kertas.

Plastik yang dapat didaur ulang, tetapi tidak dapat terurai secara alami

Jika secara teknis memungkinkan, dan risiko kehutanan dan air dapat dikelola di pasar sasaran.

Jika dampak lingkungan lebih rendah daripada kertas, dan secara teknis lebih layak.

Jika dampak lingkungan lebih rendah daripada alternatif yang dapat terurai secara hayati, atau alternatif tersebut secara teknis tidak memungkinkan

Jika tingkat polusi yang tinggi kemungkinan akan terus berlanjut dan pengelolaan tempat pembuangan sampah yang buruk semakin kecil kemungkinannya terjadi'

Jika tingkat polusi yang tinggi kemungkinan akan terus berlanjut dan pengelolaan tempat pembuangan sampah yang buruk semakin kecil kemungkinannya terjadi

Jika tingkat polusi plastik jauh lebih rendah daripada kertas dan pembakaran cenderung lebih jarang terjadi

Jika tingkat pengumpulan dan daur ulang diperkirakan lebih tinggi untuk kertas daripada plastik

Jika infrastruktur pengomposan diharapkan dapat berkembang, dan tidak akan mencemari daur ulang lokal

Jika tingkat pengumpulan dan daur ulang diperkirakan lebih tinggi untuk plastik daripada kertas

**Catatan-catatan:**

- Penilaian ini relevan untuk wilayah-wilayah di mana risiko kebocoran tinggi. Wilayah lain, dengan konteks yang sangat berbeda, belum dipelajari secara mendalam untuk laporan ini.
- Penilaian harus spesifik untuk produk, segmen konsumen, saluran, dan pasar, karena jawaban dapat sangat bervariasi tergantung pada konteks tersebut. Oleh karena itu, diperlukan banyak bukti dan keterlibatan

- pemangku kepentingan lokal untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan ini secara akurat. Bukti dan jawaban yang dihasilkan dapat berkembang seiring waktu.
- Penilaian tidak dimaksudkan untuk bersifat deterministik dan sering kali berada dalam suatu spektrum. Sebaliknya, penilaian ini bertujuan untuk mengungkap dan memprioritaskan pertimbangan-pertimbangan utama.

- Beberapa pendekatan mungkin relevan dan dapat dilakukan secara paralel.
- Meskipun hal ini dirancang terutama untuk mendukung pengambilan keputusan bagi merek, para pembuat kebijakan dapat menggunakan pertanyaan-pertanyaan ini untuk menargetkan kasus-kasus di mana pendekatan yang berbeda harus diberi insentif dan diaktifkan

# 02

**KEMASAN  
FLEKSIBEL  
BERBAHAN  
KERTAS MEMILKI  
POTENSI  
MANFAAT,  
KETERBATASAN,  
DAN RISIKO**

## KEUNTUNGAN: CARA UNTUK MENGHINDARI PENCEMARAN PLASTIK YANG TERUS MENERUS

Di pasar dengan tingkat kebocoran yang tinggi, manfaat potensial utama dari kemasan fleksibel berbahan dasar kertas adalah tidak berkontribusi pada polusi plastik yang berkelanjutan jika kemasan tersebut berakhir di lingkungan. Dalam jangka panjang, kemasan-kemasan ini juga dapat didaur ulang di wilayah-wilayah tersebut, jika tantangan pengumpulan dan pemilahan—yang juga dihadapi oleh kemasan plastik fleksibel berukuran kecil—dapat diatasi.

Pada saat yang sama, kemasan berbahan dasar kertas menimbulkan risiko lain seperti degradasi hutan dan penggunaan air yang tinggi yang harus dikelola dengan hati-hati agar tidak mengatasi satu masalah sambil menciptakan masalah lain. Jika tidak dikembangkan dan diterapkan secara bertanggung jawab, plastik ini dapat membawa risiko lingkungan dan sosial baru yang substansial dan mungkin hanya menawarkan sedikit atau bahkan tidak ada peningkatan dibandingkan plastik yang digantikannya.

Memahami potensi manfaat, keterbatasan, dan risiko ini sangat penting untuk memastikan bahwa kemasan fleksibel berbahan dasar kertas dikembangkan dan diterapkan secara bertanggung jawab. Bagian ini mengkaji dampak-dampak yang paling mendesak, berdasarkan riset independen dan keahlian dari industri, LSM, dan akademisi, dengan fokus pada faktor-faktor yang paling relevan dengan pengambilan keputusan untuk kertas fleksibel format kecil. Temuan-temuan ini mendukung enam kriteria penting untuk kemasan berbahan dasar kertas yang dirancang secara bertanggung jawab, yang diuraikan pada bagian berikut.

Alternatif yang dirancang secara bertanggung jawab dan dapat terurai secara alami di berbagai lingkungan dapat secara signifikan mengurangi polusi plastik yang persisten. Meskipun tujuan jangka panjangnya adalah untuk menghentikan kebocoran sepenuhnya, penerapan sistem pengumpulan, pemilahan, dan daur ulang yang komprehensif sering kali membutuhkan waktu, pendanaan, dan intervensi kebijakan yang signifikan. Sampai saat itu, mendesain kemasan agar sepenuhnya terurai secara hayati jika secara tidak sengaja berakhir di lingkungan dapat meminimalkan polusi plastik yang persisten dan membatasi akumulasi sampah di lingkungan dari waktu ke waktu.<sup>17,18</sup> Hal ini dapat mengurangi banyak dampak fisik yang terkait dengan polusi tersebut—seperti tertelan oleh hewan, habitat yang tertutup, dan kerusakan akibat banjir dari saluran air yang tersumbat.<sup>19</sup> Meskipun tidak ada cara untuk menjamin kemasan akan sepenuhnya terurai secara hayati dalam jangka waktu tertentu atau dalam kondisi lingkungan apa pun,<sup>20</sup> memenuhi spesifikasi standar yang ada untuk kemampuan pengomposan di rumah dan penguraian hayati di lingkungan laut,<sup>21</sup> air tawar, dan tanah saat ini merupakan indikator terbaik yang tersedia.<sup>22</sup> Spesifikasi standar ini dapat membantu memastikan bahwa kemasan yang memenuhi semua kriteria cenderung jauh lebih tahan lama dan menyebabkan kerusakan yang jauh lebih sedikit daripada kemasan plastik fleksibel konvensional yang tidak dapat terurai secara hayati di sebagian besar lingkungan dunia nyata.

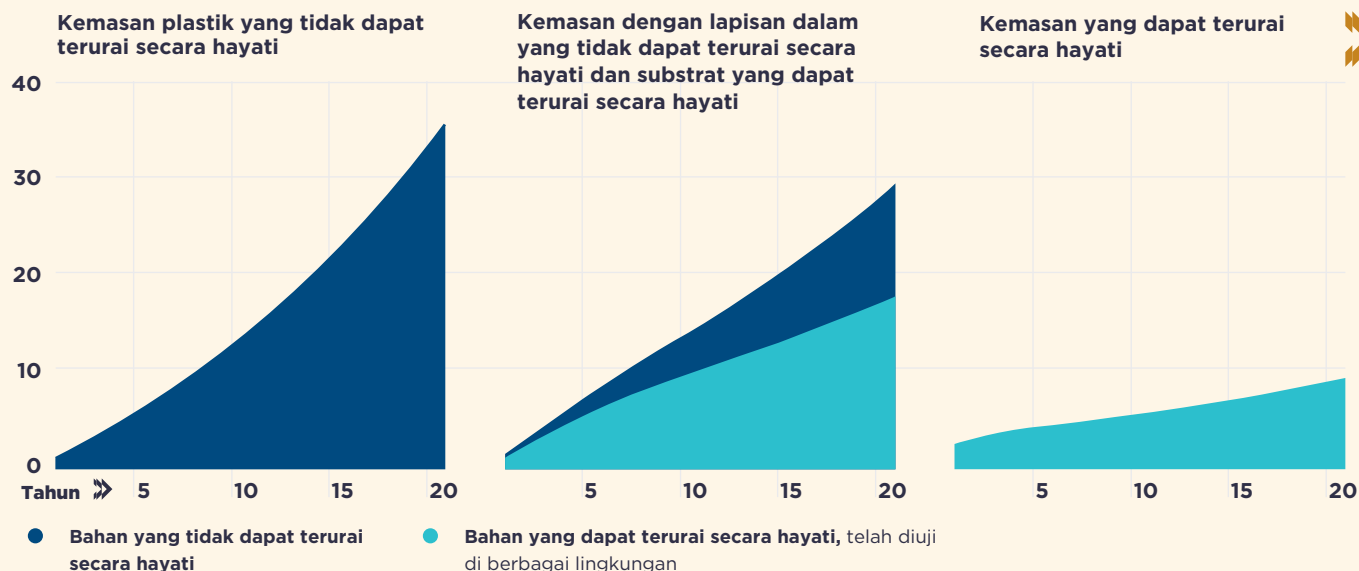
Namun, karena memenuhi spesifikasi standar biodegradasi tidak menjamin tidak ada bahaya, menghentikan kebocoran sepenuhnya tetap menjadi tujuan jangka panjang. Kondisi dunia nyata berbeda dari uji laboratorium: biodegradasi dalam kondisi dunia nyata biasanya lebih lambat, mungkin tidak terjadi di semua lingkungan (misalnya di jalan raya), dan bervariasi tergantung iklim, kelembapan, dan kondisi mikroba. Diperlukan penelitian lebih lanjut untuk memahami dinamika ini dengan lebih baik. Proyeksi (lihat Gambar 1) menunjukkan bahwa, bahkan di tempat kemasan dirancang untuk terurai secara hayati, total polusi terus meningkat dari waktu ke waktu jika penjualan tumbuh dan tingkat pengumpulan tidak membaik, yang menggarisbawahi bahwa peningkatan pengumpulan tetap penting untuk menghentikan polusi sepenuhnya.

Komunikasi yang jelas kepada konsumen sangat penting untuk mengurangi risiko peningkatan pembuangan sampah sembarangan. Studi awal juga menunjukkan bahwa beberapa konsumen mungkin lebih cenderung membuang kemasan di lingkungan terbuka jika mereka percaya kemasan tersebut akan terurai secara alami.<sup>23,24</sup> Bahkan dengan memperhitungkan peningkatan pembuangan sampah sembarangan, akumulasi sampah keseluruhan di lingkungan kemungkinan besar masih jauh lebih rendah untuk kemasan yang dapat terurai secara alami (lihat Gambar 1).<sup>25</sup> Namun, kemasan seharusnya tidak pernah ditujukan untuk berakhir di lingkungan. Oleh karena itu, disarankan untuk tidak mencantumkan informasi mengenai kemampuan terurai secara hayati pada kemasan. Sebaliknya, komunikasi kepada konsumen harus fokus pada panduan pembuangan yang jelas dan spesifik konteks, yang selaras dengan infrastruktur pengumpulan, daur ulang, atau pengomposan setempat.

**Kemasan yang dapat terurai secara hayati dapat mengurangi penumpukan sampah di lingkungan secara signifikan dari tahun ke tahun—tetapi kebocoran total akan terus meningkat tanpa intervensi pengumpulan**

Analisis yang disederhanakan untuk tujuan ilustrasi

Limbah kumulatif di lingkungan  
(dinormalisasi: kebocoran plastik tahun 1 = 1)



**ASUMSI**

Tiga jenis kemasan diperkenalkan ke area yang sebelumnya tidak memiliki sampah di lingkungan tersebut:

- Kemasan fleksibel berbahan dasar plastik konvensional yang tidak dapat terurai secara hayati
- Kemasan dengan lapisan non-biodegradable di satu sisi dan substrat biodegradable di sisi lainnya
- Kemasan yang memenuhi spesifikasi standar kemampuan pengomposan rumahan dan kemampuan penguraian secara alami di lingkungan laut, air tawar, dan tanah.

Penjualan kemasan meningkat 5% setiap tahun sejalan dengan tingkat pertumbuhan pasar yang diharapkan untuk kemasan fleksibel.

Kemasan yang dapat terurai secara hayati memiliki berat 1,5 kali berat barang plastik yang setara; lapisan dalam yang tidak dapat terurai secara hayati memiliki berat 20% dari berat kemasan.

Tingkat kebocoran ke lingkungan dijaga tetap konstan dari waktu ke waktu, tanpa perubahan pada tingkat pengumpulan dan pembuangan sampah sembarangan. Tingkat pembuangan sampah sembarangan 10% lebih tinggi untuk kemasan dengan komponen yang dapat terurai secara hayati dibandingkan dengan kemasan plastik yang tidak dapat terurai secara hayati,

yang mencerminkan potensi perbedaan dalam perilaku pembuangan.<sup>26</sup> Untuk memudahkan perbandingan, berat kemasan yang tidak dapat terurai secara hayati yang dibuang ke lingkungan pada tahun pertama ditetapkan sebesar 1.

**Tingkat biodegradasi di lingkungan:**

- Setelah bocor, bahan-bahan yang tidak dapat terurai secara hayati akan tetap ada dan menumpuk di lingkungan seiring waktu (ditunjukkan dengan warna biru tua).
- Kemasan yang dapat terurai secara alami di lingkungan laut, air tawar, tanah, dan pengomposan rumah tangga akan terurai perlahan (biru muda). Analisis ini mengasumsikan 60% dari kemasan asli terurai secara alami setelah satu tahun, 80% setelah dua tahun, 90% setelah tiga tahun, dan 95% setelah empat tahun. Setelah empat tahun, kemasan yang tersisa akan terurai secara alami dengan laju 50% per tahun. Ini jauh lebih lambat dibandingkan kondisi di laboratorium.
- Untuk kemasan dengan lapisan dalam yang tidak dapat terurai secara hayati dan substrat yang dapat terurai secara hayati, substrat tersebut terurai secara hayati 60% lebih lambat daripada kemasan yang sepenuhnya dapat terurai secara hayati karena lapisan dalam mengurangi luas permukaan yang tersedia untuk terjadinya penguraian secara hayati. Jika substrat memiliki lapisan non-biodegradable di kedua sisinya (tidak diasumsikan di sini), proses biodegradasi akan jauh lebih lambat.

**MENAFSIRKAN HASIL**

Seiring waktu, kemasan yang memenuhi spesifikasi standar kemampuan pengomposan di rumah dan kemampuan penguraian secara hayati di berbagai lingkungan akan menghasilkan beban kumulatif yang jauh lebih rendah. Karena barang berbahan dasar kertas lebih berat dan lebih mungkin bocor daripada plastik, kertas yang bocor pada awalnya menyumbang massa material yang lebih besar. Namun, seiring waktu, plastik yang tidak dapat terurai secara hayati terus menumpuk dari tahun ke tahun, sementara kemasan yang memenuhi spesifikasi standar kompos rumahan dan kemampuan terurai secara hayati di berbagai lingkungan akan terurai secara hayati.

Kemasan dengan lapisan dalam yang tidak dapat terurai secara hayati dan substrat yang dapat terurai secara hayati menghasilkan tingkat limbah yang serupa dengan kemasan yang tidak dapat terurai secara hayati, karena penguraian hayati yang jauh lebih lambat yang disebabkan oleh lapisan dalam dan berat kemasan yang lebih besar dibandingkan dengan kemasan yang tidak dapat terurai secara hayati.

Di semua skenario, kebocoran tahunan dan penumpukan limbah total terus meningkat jika penjualan naik dan tingkat pengumpulan tidak membaik, yang menekankan pentingnya menghentikan kebocoran sepenuhnya pada akhirnya.

Ini adalah model konseptual yang disederhanakan. Pemodelan yang lebih rinci tentang akumulasi mikroplastik dan produksi CO2 dari bahan-bahan non-biodegradable dan biodegradable tertentu ketika dibuang sembarangan, dengan memperhitungkan perbedaan tingkat pembuangan sampah sembarangan, dapat ditemukan dalam penelitian oleh Brouwer, M. T., dkk. (2024).<sup>27</sup> Model ini berfokus pada penumpukan sampah di lingkungan dan tidak mempertimbangkan dampak dari sumber material, produksi, tempat pembuangan akhir, dan pembakaran.

## KETERBATASAN: TANTANGAN PENGUMPULAN DAN DAUR ULANG MASIH ADA

**Kemasan fleksibel berukuran kecil memiliki tingkat pengumpulan yang sangat rendah, terlepas dari bahannya.** Ukurannya yang kecil dan nilainya yang rendah berarti kemasan plastik ini jarang dikumpulkan dalam praktiknya—biasanya di bawah 5% di India, dan di bawah 1% untuk kemasan plastik fleksibel multi-material di Indonesia.<sup>28,29</sup> Seorang pekerja perlu mengumpulkan lebih dari 60 kemasan kertas kecil untuk menyamai nilai satu botol PET.<sup>30</sup> Pada dasarnya ini adalah tantangan ekonomi dan ukuran kemasan, bukan pilihan material.

**Jika tingkat pengumpulan sampah tidak meningkat, polusi kemungkinan akan tetap signifikan.** Jumlah total kebocoran ke lingkungan diproyeksikan akan meningkat terlepas dari apakah kemasan terbuat dari plastik yang dapat terurai secara hayati atau kertas yang dapat terurai secara hayati (lihat Gambar 1). Oleh karena itu, substitusi material tidak boleh mengurangi upaya untuk meningkatkan skala penggunaan kembali, pengisian ulang, atau model tanpa kemasan, maupun kebutuhan untuk membangun sistem pengumpulan dan daur ulang yang efektif untuk semua kemasan.

**Meskipun kedua material tersebut dapat dirancang untuk didaur ulang, hal ini tidak selalu diterjemahkan ke dalam praktiknya.** Sebagai contoh, kemasan fleksibel berbahan dasar kertas berlapis yang memenuhi standar daur ulang seperti 4Evergreen dapat diproses oleh pabrik kertas dupleks, yang mencakup seperempat kapasitas pabrik kertas di India.<sup>31</sup> Demikian pula, plastik fleksibel yang memenuhi pedoman desain untuk daur ulang yang relevan dapat didaur ulang. Namun, selama sistem pengumpulan, pemilahan, dan daur ulang belum tersedia dan layak secara ekonomi, kemasan kemungkinan besar tidak akan didaur ulang dalam praktiknya.

**Kertas memiliki keunggulan kapasitas daur ulang yang lebih mapan dibandingkan plastik fleksibel, jika tantangan pengumpulannya dapat diatasi.** Di banyak wilayah, kardus dan kertas tanpa lapisan secara historis cukup layak secara ekonomi untuk dikumpulkan dan didaur ulang dalam skala kecil. Dan di beberapa negara, kapasitas daur ulang yang

ada mampu menyerap volume tambahan kertas bekas domestik: pabrik kertas di India<sup>32</sup> dan Indonesia,<sup>33</sup> misalnya, saat ini bergantung pada limbah impor. Di India, kapasitas pabrik dupleks kemungkinan dapat menyerap peralihan hingga 15% plastik fleksibel ke kemasan berbasis kertas pada tahun 2040.<sup>34</sup>

**Baik daur ulang kemasan fleksibel kertas maupun plastik memiliki keterbatasan material yang melekat.** Dalam daur ulang kertas dan daur ulang plastik mekanis, serat dan polimer mengalami degradasi pada setiap siklus, yang berarti ada jumlah siklus daur ulang yang layak secara teknis sebelum bahan tersebut tidak dapat lagi digunakan untuk aplikasi pengemasan. Penggunaan tertentu—termasuk yang membutuhkan kinerja mekanis tinggi, sifat penghalang, atau keamanan kontak dengan makanan—bergantung pada serat berkualitas lebih tinggi, kontrol kebersihan yang ketat, dan ketertelusuran yang sering kali tidak dapat diberikan oleh kertas dan plastik pasca-konsumsi saat ini. Daur ulang kimiawi berpotensi untuk mendaur ulang kemasan fleksibel kembali menjadi plastik berkualitas tinggi. Namun, hasil material yang diperoleh biasanya rendah, dampak lingkungan biasanya lebih tinggi daripada daur ulang mekanis, dan kapasitas daur ulang kimia yang ada sangat terbatas.<sup>35</sup> Akibatnya, meskipun secara signifikan mengurangi penggunaan bahan baku baru, setiap sistem daur ulang kertas atau plastik fleksibel bergantung pada masukan bahan baku baru, terutama untuk aplikasi yang lebih menantang seperti kemasan fleksibel.

**Baik pada kertas maupun plastik fleksibel, ukuran format yang kecil, kontaminasi, dan kualitas material yang rendah dapat merusak ekonomi daur ulang.** Karakteristik ini membuat pengumpulan, pemilahan, dan daur ulang kemasan fleksibel menjadi bahan sekunder berkualitas tinggi menjadi tantangan baik secara teknis maupun ekonomis. Bahkan di tempat yang memiliki sistem pengumpulan sampah komprehensif, sampah berukuran kecil bisa jadi tidak ekonomis untuk dipilah dan didaur ulang. Minyak, sampo, bedak, dan residu lainnya dapat menyebabkan fasilitas penyortiran menolak

material yang masuk. Bukti dari India menunjukkan bahwa tingkat penolakan plastik dapat mencapai 25%,<sup>36</sup> yang menggambarkan bagaimana kontaminasi dapat merusak hasil daur ulang dan ekonomi secara lebih luas. Sensitivitas terhadap kelembapan dapat mengganggu pengumpulan dan daur ulang kertas, terutama selama musim hujan.<sup>37</sup>

**Pengomposan industri dan rumah tangga merupakan pilihan alternatif potensial untuk penanganan akhir kemasan berbahan dasar kertas yang dirancang secara bertanggung jawab—namun, hal ini memerlukan pembangunan sistem.** Inisiatif yang berhasil meliputi kawasan perumahan tanpa limbah di Delhi<sup>38</sup> dan sistem daur ulang tertutup seperti kampus-kampus perguruan tinggi. Namun, meskipun persyaratan modal relatif rendah, infrastruktur pengomposan masih langka di sebagian besar wilayah. Di mana pun infrastruktur pengomposan semacam itu ada, hal itu tidak menghilangkan kebutuhan akan sistem pengumpulan yang efektif.

**Pada akhirnya, peningkatan pengumpulan dan daur ulang atau pengomposan untuk kertas fleksibel berukuran kecil akan membutuhkan perubahan sistem secara menyeluruh.** Inisiatif berskala besar untuk meningkatkan tingkat pengumpulan dan pemilahan serta mendesain kemasan dengan berkonsultasi dengan pendaur ulang lokal akan sangat penting. Hal ini harus dirancang untuk memastikan transisi yang adil bagi semua pekerja. Intervensi kebijakan sangat penting. Berbagai langkah seperti skema Tanggung Jawab Produsen yang Diperluas (Extended Producer Responsibility/EPR) yang efektif, standar daur ulang wajib, dan tingkat minimum kandungan daur ulang dapat membantu meningkatkan ekonomi pengumpulan dan daur ulang. Namun, untuk poster fleksibel berukuran kecil, hingga saat ini hanya ada sedikit, atau bahkan tidak ada, contoh di mana langkah-langkah tersebut cukup untuk menutup kesenjangan antara biaya pengumpulan, penyortiran, dan daur ulang dengan nilai pasar dari bahan daur ulang yang dihasilkan. Tanpa investasi kolaboratif dan tindakan kebijakan, tantangan pengumpulan dan daur ulang akan tetap ada, terlepas dari apakah kemasan fleksibel berukuran kecil terbuat dari kertas atau plastik.

Peralihan dari kemasan fleksibel berbahan plastik ke kemasan fleksibel berbahan kertas menghadirkan serangkaian risiko yang perlu dikelola secara aktif. Beberapa risiko ini secara khusus terkait dengan pengadaan dan produksi kertas. Dampak lainnya bersifat netral terhadap jenis material dan berlaku untuk plastik, kertas, dan material lainnya. Hal ini dipengaruhi oleh bagaimana kemasan tertentu dirancang, diperoleh, dan dikelola di akhir masa pakainya, bukan hanya oleh pilihan material semata.

## RISIKO KHUSUS YANG BERKAITAN DENGAN KERTAS

### MENINGKATNYA TEKANAN PADA HUTAN

**Dunia sedang menghadapi deforestasi dan degradasi hutan skala besar, yang berdampak pada keanekaragaman hayati, penyimpanan karbon, dan masyarakat lokal, dengan efek domino yang dapat memperburuk bencana alam.** Di beberapa wilayah berhutan, termasuk sebagian Kanada<sup>39,40</sup> lanskap hutan yang dikelola telah berubah dari penyerap karbon menjadi sumber emisi karbon bersih. Degradasi hutan dapat melemahkan stabilitas tanah dan fungsi daerah aliran sungai, yang menyebabkan erosi, tanah longsor, dan peningkatan risiko banjir, sehingga memperburuk dampak peristiwa cuaca ekstrem terhadap masyarakat setempat. Hal ini disebut-sebut sebagai penyebab banjir bandang yang terjadi baru-baru ini di Sumatra.<sup>41</sup> Konversi lahan yang terkait dengan pengelolaan hutan yang tidak berkelanjutan juga dapat berdampak negatif pada masyarakat setempat dengan mengusir penduduk asli dan pedesaan, mengganggu mata pencaharian, dan membahayakan hak-hak buruh. Seiring meningkatnya permintaan akan kemasan berbahan dasar kertas, tekanan ini berisiko semakin besar jika pengadaan bahan baku tidak dikelola dengan cermat.<sup>42</sup>

**Sifat risiko-risiko ini, dan intervensi yang tepat, bervariasi menurut wilayah, bergantung pada tata kelola, kondisi hutan, dan praktik pengadaan sumber daya.** Di beberapa wilayah, tata kelola yang lemah, pengawasan regulasi, dan kondisi hutan yang ada terkait dengan risiko degradasi hutan dan deforestasi yang lebih tinggi, masalah kepemilikan lahan, dan dampak sosial yang terkait. Dalam kasus lain, perkebunan yang dikelola dengan cermat di lahan yang sebelumnya terdegradasi, bersama dengan praktik regeneratif<sup>43</sup>—yang beroperasi di bawah perlindungan hukum, lingkungan, dan sosial yang kuat—dapat membantu meningkatkan keanekaragaman hayati dan mata pencaharian bagi masyarakat sekitar.<sup>44</sup>

**Secara global, permintaan kayu sudah melebihi pasokan yang wajar<sup>45</sup> dan pertumbuhan permintaan pulp dan kertas yang diproyeksikan akan menambah tekanan pada hutan.** Penebangan kayu merupakan pendorong terbesar ketiga hilangnya tutupan pohon, menyumbang sekitar seperempat dari kehilangan global setelah pertanian permanen dan kebakaran hutan,<sup>46</sup> dan diperkirakan menyumbang sekitar sepersepuluh dari emisi tahunan global.<sup>47</sup> Produksi kertas dan produk serat berumur pendek lainnya sudah mencakup hampir seperlima dari total penebangan—sekitar 5 miliar pohon setiap tahun<sup>48</sup>—dan permintaan diperkirakan akan meningkat.<sup>49</sup>

**Tanpa langkah-langkah mitigasi yang ambisius, peralihan besar dari kemasan fleksibel berbahan plastik ke kemasan fleksibel berbahan kertas dapat secara signifikan meningkatkan permintaan kertas global.** Meskipun pergeseran seperti itu akan menjadi salah satu dari banyak pendorong permintaan kayu global, hal itu bukanlah sesuatu yang tidak signifikan. Mengalihkan hanya 10% dari volume plastik fleksibel global ke alternatif berbasis kertas murni setara dengan seperlima dari total pasokan pulp kayu bersertifikat global saat ini.<sup>50</sup>

**Praktik pengadaan saat ini dapat menimbulkan masalah bagi iklim, keanekaragaman hayati, dan mata pencaharian, dan bahkan di tempat sertifikasi telah diterapkan, dampak lingkungan tetap dapat terjadi.**

Hingga separuh dari seluruh pulp kayu murni yang digunakan untuk kertas mungkin berasal dari Hutan Purba dan Terancam Puna,<sup>51</sup> sementara hanya 23% kayu bulat industri yang bersertifikasi Forest Stewardship Council (FSC).<sup>52,53</sup> Serat bersertifikasi memang membantu, tetapi tidak menjamin dampak yang rendah: penebangan di hutan yang dikelola dapat mengurangi cadangan karbon sebesar 30–50% dibandingkan dengan lanskap alami, dengan pemulihan yang membutuhkan waktu berabad-abad.<sup>54</sup> Praktik pengelolaan hutan yang tidak bertanggung jawab dapat menyebabkan degradasi ekosistem hutan dan penipisan sumber daya hutan alami, yang tidak hanya memengaruhi hutan langka atau hutan tua, tetapi juga semua jenis hutan, dan mendorong hilangnya keanekaragaman hayati.<sup>55,56,57</sup> Selain itu, visibilitas yang terbatas terhadap asal serat membatasi efektivitas sertifikasi dan penegakan kebijakan, serta melemahkan kemampuan untuk membedakan pengadaan yang bertanggung jawab dari praktik berisiko tinggi.

**Yang memperparah keadaan ini, pasokan yang bersertifikasi secara bertanggung jawab tidak mampu mengimbangi permintaan.** Volume pasokan bersertifikasi kredibel hampir stagnan selama dekade terakhir<sup>58</sup> dan diproyeksikan tumbuh 50% lebih lambat daripada permintaan pulp hingga tahun 2040,<sup>59</sup> yang berarti bahwa peningkatan permintaan kertas yang bersumber secara bertanggung jawab oleh beberapa bisnis kemungkinan akan menggantikan pasokan bersertifikasi dari segmen pasar lain daripada memperluas pasokan secara keseluruhan. Sertifikasi yang kuat tetap menjadi alat penting untuk meningkatkan transparansi sumber daya dan pengelolaan hutan, tetapi perbaikan diperlukan untuk mencegah perubahan iklim dan kerusakan ekologis lebih lanjut.

**Pada tingkat bisnis individual, penerapan praktik terbaik dalam pengurangan, pengadaan, daur ulang, dan sertifikasi sangat penting, tetapi harus diimbangi dengan intervensi yang lebih luas pada tingkat sistem untuk mengatasi kendala pasokan struktural dan mendorong penerapan praktik terbaik secara konsisten di seluruh sektor.** Laporan Forest 500 tahun 2025 menyoroti kesenjangan ini, menunjukkan bahwa meskipun sejumlah kecil perusahaan berpengaruh telah menunjukkan kepemimpinan dalam melindungi hutan, hampir setengah dari 500 perusahaan terbesar yang terlibat dalam rantai pasokan terkait hutan tidak memiliki komitmen anti-deforestasi untuk pulp dan kertas.<sup>60</sup> Tindakan yang diperlukan di tingkat bisnis dan sistem akan dijelaskan secara rinci di bagian selanjutnya pada 'Kondisi kritis 1: Berasal dari sumber yang dapat dipertanggungjawabkan'.

**Risiko dan dampak pengadaan bahan baku harus dipertimbangkan untuk semua material, bukan hanya kayu.** Meskipun penggunaan bahan baku kemasan kertas berbasis kayu murni secara langsung bergantung pada hutan dan lahan, bahan baku lainnya memiliki dampak dan risiko yang berbeda. Sebagai contoh, plastik berbasis bio dan serat alternatif dapat menimbulkan kekhawatiran terkait penggunaan lahan dan sistem pangan, dan harus

diperoleh dengan menggunakan standar yang ketat.<sup>61</sup> Meskipun laporan ini berfokus pada kemasan berbahan dasar kertas, bahan baku berbasis fosil untuk produksi plastik dapat memiliki dampak substansial tersendiri terhadap keanekaragaman hayati<sup>62</sup> dan masyarakat lokal, dan harus dikenai tingkat pengawasan dan standar tinggi yang setara.

### PENGGUNAAN AIR UNTUK PRODUKSI KERTAS LEBIH TINGGI DARIPADA PRODUKSI PLASTIK.

**Produksi kertas sering kali membutuhkan lebih banyak air daripada produksi plastik.** Meskipun penggunaan air sangat bervariasi di berbagai fasilitas produksi untuk kedua bahan tersebut, produksi kertas biasanya mengonsumsi air beberapa kali lebih banyak dibandingkan dengan jumlah plastik yang sama, berdasarkan beratnya.<sup>63,64</sup> Hal ini mencerminkan perbedaan mendasar dalam proses produksi: pengolahan pulp dan serat sangat bergantung pada air sebagai media, tidak seperti plastik yang bergantung pada panas dan reaksi kimia. Perbedaan penggunaan air dapat semakin diperbesar, karena kemasan berbahan dasar kertas biasanya menggunakan lebih banyak material—berdasarkan berat—dibandingkan dengan alternatif plastik. Jejak air dari komponen kemasan lainnya (lapisan penghalang, perekat, tinta) juga harus diperhitungkan saat menilai dampak keseluruhan.

**Bahkan dengan penerapan praktik terbaik sekalipun, produksi kertas masih memiliki jejak air yang lebih tinggi.** Beberapa produsen berupaya mengurangi penggunaan air melalui sistem tertutup dan inisiatif pengelolaan air.<sup>65</sup> Hal ini membantu meminimalkan pengambilan air dan polusi serta merupakan langkah penting, tetapi bahkan dengan peningkatan tersebut, produksi kertas biasanya tetap lebih boros air daripada produksi plastik.

**Dampak penggunaan air sangat bergantung pada konteks lokal.** Terutama di daerah yang kekurangan air, tingginya permintaan air dapat memperburuk tekanan air dan dapat memberikan tekanan langsung pada masyarakat dan ekosistem setempat.



## RISIKO UNTUK SEMUA KEMASAN FLEKSIBEL

EMISI GAS RUMAH KACA (GRK) SANGAT BERGANTUNG PADA KONTEKSNYA.

Baik untuk kertas maupun plastik, jejak emisi gas rumah kaca (GRK) sangat bervariasi tergantung pada desain kemasan, rantai pasokan, dan bauran energi lokal. Dalam hitungan kilogram, emisi dari produksi, konversi, dan pembentukan umumnya lebih rendah untuk kertas dibandingkan dengan plastik berbahan dasar fosil.<sup>66</sup> Namun, bahan fleksibel berbasis kertas biasanya membutuhkan lebih banyak material per berat untuk mencapai kinerja yang sama, yang dapat mengimbangi keunggulan tersebut. Sebagai aturan umum, kemasan berbahan dasar kertas mungkin memiliki emisi yang lebih rendah jika berat kemasan tersebut kurang dari 1,5 kali berat plastik yang digantikannya.<sup>67</sup> Hal ini tidak memperhitungkan jalur akhir masa pakai dan komponen kemasan lainnya seperti lapisan penghalang, aditif, dan tinta yang dapat memberikan kontribusi signifikan terhadap emisi gas rumah kaca (GRK) secara keseluruhan.

**Praktik pengadaan bahan baku sangat mendasar bagi dampak karbon secara keseluruhan.** Cara perhitungan karbon dalam pengadaan serat memiliki pengaruh besar terhadap hasil emisi gas rumah kaca (GRK). Beberapa penelitian memperlakukan karbon biogenik sebagai netral karbon, dengan asumsi bahwa emisi yang dilepaskan selama penebangan, pengolahan, atau pembuangan diimbangi oleh pertumbuhan kembali hutan, tetapi asumsi ini dapat menyesatkan. Penilaian siklus hidup yang cermat menunjukkan bahwa mengabaikan kehilangan karbon dari proses pengadaan bahan baku dapat meremehkan emisi gas rumah kaca bersih hingga 75–92%.<sup>68</sup> Saat menghitung emisi karbon, seluruh siklus hidup produk harus dipertimbangkan dari awal hingga akhir. Emisi yang dilepaskan selama kegiatan penebangan (seperti penggunaan gergaji mesin) dan pengolahan kayu untuk membuat kertas harus selalu disertakan. Emisi akhir masa pakai yang terkait dengan pembuangan harus diperhitungkan secara memadai.

Pengolahan akhir masa pakai merupakan salah satu pendorong terpenting emisi gas rumah kaca secara keseluruhan, baik untuk kertas maupun plastik, di wilayah dengan tingkat pengelolaan sampah yang buruk. Di wilayah-wilayah ini, pembuangan di tempat pembuangan sampah yang tidak terkelola atau pembakaran dapat menyumbang hingga 50% dari total emisi yang terkait dengan kemasan.<sup>69</sup>

**Di wilayah-wilayah di mana sampah sebagian besar dibakar, produk kertas fleksibel mungkin memiliki jejak karbon yang lebih rendah daripada produk plastik yang setara.** Saat dibakar, kedua bahan tersebut melepaskan karbon, tetapi pembakaran plastik fosil—termasuk kemasan berbahan dasar kertas dengan polimer fosil—menambahkan karbon baru ke atmosfer, sedangkan kertas melepaskan karbon biogenik yang diserap dari atmosfer selama pertumbuhan pohon.

**Jika tempat pembuangan sampah yang tidak dikelola menjadi jalur pembuangan utama, produk fleksibel berbahan dasar kertas mungkin memiliki jejak karbon yang lebih tinggi daripada produk berbahan plastik.** Hal ini karena kertas dapat terurai secara anaerobik di tempat pembuangan sampah, melepaskan metana,<sup>70</sup> sedangkan plastik sebagian besar bersifat inert (tidak mudah terurai secara kimiawi). Bahkan di tempat-tempat di mana remediasi tempat pembuangan sampah sedang berlangsung, menangkap metana dari lokasi lama yang tidak dilapisi adalah hal yang sulit dan sering kali bukan prioritas.<sup>71</sup> Sebagai perkiraan, kertas cenderung memiliki dampak gas rumah kaca yang lebih rendah daripada plastik ketika kemungkinan pembuangan ke tempat pembuangan sampah kurang dari 1,5 kali lipat dibandingkan dengan pembakaran.<sup>72</sup>

### Penyebab GRK

### Perkiraan 'aturan praktis'<sup>73</sup>

Produk fleksibel berbahan dasar kertas mungkin menghasilkan emisi karbon yang lebih rendah daripada produk berbahan plastik jika...

#### Berat

...kurang dari **1.5 kali** berat produk plastik yang setara.<sup>74</sup>

#### Perawatan di akhir hayat

...pembuangan ke tempat pembuangan sampah memiliki kemungkinan kurang dari **1,5 kali lipat** dibandingkan dengan pembakaran.<sup>75</sup>

Catatan: Aturan umum tidak boleh menggantikan penilaian kasus per kasus

### DAMPAK EUTROFIKASI MASIH KURANG DIPAHAMI

**Baik sampah kertas maupun plastik dapat berkontribusi terhadap eutrofikasi jika bocor ke lingkungan.** Eutrofikasi adalah pengayaan nutrisi dalam sistem perairan yang dapat memicu pertumbuhan alga yang berlebihan dan penipisan oksigen. Kertas dapat melepaskan zat tambahan yang mengandung nitrogen lebih cepat saat terurai, sementara plastik dapat secara tidak langsung memengaruhi siklus nutrisi dengan menyerap polutan dan mengubah perilaku makan organisme air.<sup>76,77</sup>

**Besarnya dampak masih belum pasti, dan penelitian lebih lanjut diperlukan.** Penilaian siklus hidup di Eropa umumnya tidak mengidentifikasi eutrofikasi sebagai kategori dampak utama untuk kertas.<sup>78</sup> Namun, studi-studi ini cenderung mengecualikan dampak dari kebocoran lingkungan. Para ahli berpendapat bahwa risiko eutrofikasi akibat kemasan yang bocor kemungkinan lebih kecil daripada risiko yang terkait dengan sisa makanan yang bocor,<sup>79</sup> tetapi bukti tentang dampak eutrofikasi dari kemasan kertas dan plastik masih terbatas.

### RISIKO KIMIA SEBAGIAN BESAR DITENTUKAN OLEH DESAIN KEMASAN, BUKAN PILIHAN BAHAN.

**Baik kemasan kertas maupun plastik dapat melepaskan zat-zat yang berpotensi berbahaya ke lingkungan dan sistem kesehatan manusia.** Studi ilmiah telah mendeteksi hampir 1.900 bahan kimia berbeda dalam kertas dan karton, serta hampir 3.700 dalam plastik. Keduanya mencakup zat per- dan polifluoroalkil (PFAS) dan bahan kimia lain yang perlu diperhatikan.<sup>80</sup> Risiko terutama berasal dari bahan tambahan, penstabil, monomer residu, tinta, perekat, pelapis, dan lapisan penghalang, bukan dari bahan dasar itu sendiri. Zat-zat ini dapat bermigrasi ke dalam makanan dari kemasan, bertahan di ekosistem, dan memasuki rantai makanan, dengan potensi dampak yang luas terhadap kesehatan manusia, termasuk pada sistem reproduksi, kekebalan tubuh, dan kardiovaskular.<sup>81,82</sup>

**Dampak sebagian besar ditentukan oleh desain kemasan.** Meskipun selalu ada risiko masuknya zat-zat yang tidak sengaja ditambahkan ke dalam material, jejak kimia secara keseluruhan juga sangat bergantung pada bahan kimia yang sengaja digunakan. Oleh karena itu, mendesain kemasan dengan mengutamakan keamanan bahan kimia sangat penting untuk mengurangi potensi risiko.

**Pengamanan yang ada saat ini perlu diselaraskan.** Uji ekotoksistasitas, seperti yang dipersyaratkan untuk sertifikasi kompos rumahan, tidak diterapkan secara konsisten di seluruh dunia: beberapa hanya mensyaratkan pengujian ekotoksistasitas dengan tanaman, sementara yang lain juga mensyaratkan pengujian ekotoksistasitas dengan cacing tanah dan bakteri. Selain itu, penggunaan sengaja zat-zat yang tercantum dalam daftar Zat yang Sangat Berbahaya dan bahan kimia organik berfluorinasi semakin dilarang oleh organisasi sertifikasi di seluruh dunia, tetapi memerlukan penyesuaian lebih lanjut dan kemungkinan masih terdapat kesenjangan regulasi yang signifikan.

# 03

**ENAM KRITERIA  
PENTING UNTUK  
KEMASAN  
FLEKSIBEL  
BERBAHAN  
KERTAS YANG  
DIRANCANG  
SECARA  
BERTANGGUNG  
JAWAB**

**Enam kriteria penting menetapkan kerangka kerja yang jelas untuk kemasan fleksibel berbahan dasar kertas berukuran kecil di pasar dengan tingkat kebocoran yang tinggi.** Bersama-sama, mereka memberikan batasan dan panduan yang jelas bagi para inovator, bisnis, investor, dan pembuat kebijakan untuk membantu mewujudkan potensi manfaat dari solusi berbasis kertas sekaligus meminimalkan risikonya. Aturan ini berlaku untuk seluruh struktur kemasan, termasuk kertas dasar, lapisan penghalang, perekat, tinta, pernis, dan komponen lainnya. Kegagalan dalam salah satu aspek tersebut dapat merusak hasil lingkungan dan kepercayaan pada alternatif berbahan kertas.

**Saat ini, kemasan yang memenuhi semua kriteria belum tersedia untuk sebagian besar aplikasi.** Kemajuan awal menandakan momentum yang nyata, tetapi inovasi yang jauh lebih besar masih dibutuhkan untuk memperluas jangkauan aplikasi di mana kertas yang dirancang secara bertanggung jawab menjadi alat yang layak secara teknis dan ekonomis. Secara khusus, menggabungkan biodegradabilitas dengan persyaratan kinerja dan daur ulang tetap menjadi tantangan inovasi. Kecepatan dan kelayakan kemajuan akan berbeda-beda tergantung pada jenis produk<sup>83</sup> dan kemasan, letak geografis, dan kematangan rantai pasokan.

**Kesenjangan saat ini antara ambisi ini dan kemasan yang siap dipasarkan seharusnya memperkuat, bukan menghambat, alasan untuk berinovasi, berinvestasi, dan melakukan uji coba sekarang.** Pengembangan dan penerapan kemasan berbasis kertas yang dirancang secara bertanggung jawab tidak akan terjadi dalam semalam. Akan ada langkah-langkah sementara.<sup>84</sup> Hal ini harus dirancang dan dimaksudkan secara sengaja untuk secara bertahap memenuhi keenam kriteria tersebut.

## KEMASAN FLEKSIBEL BERBAHAN KERTAS SEBAIKNYA...





## BERASAL DARI SUMBER YANG DAPAT DIPERTANGGUNGJAWABKAN

### TUJUAN

Untuk memastikan bahwa produk fleksibel berbahan dasar kertas tidak berkontribusi pada peningkatan permintaan kayu melebihi batas ekologis dan bahwa hak serta mata pencaharian masyarakat lokal dan masyarakat adat dihormati.

### BAGAIMANA CARANYA

Terapkan strategi holistik yang menggabungkan tindakan individual di tingkat bisnis—untuk mengurangi penggunaan serat secara keseluruhan, memprioritaskan serat yang lebih ramah lingkungan, dan memastikan praktik pengadaan terbaik—dengan upaya kolaboratif di tingkat sistem untuk memaksimalkan praktik pengadaan terbaik di seluruh industri dan meningkatkan skala serat non-kayu yang bertanggung jawab.

Selain kandungan daur ulang, serat non-kayu yang bersumber secara bertanggung jawab—khususnya dari limbah pertanian—dapat memainkan peran penting dalam memperluas pasokan serat yang bertanggung jawab untuk kemasan, di mana hal tersebut bermanfaat bagi lingkungan dan sosial. Serat limbah pertanian yang diperoleh secara bertanggung jawab dapat memiliki dampak penggunaan lahan 80–100% lebih rendah dan dampak keanekaragaman hayati serta karbon yang jauh lebih rendah daripada kayu konvensional.<sup>85</sup> Meningkatkan skala produksi bahan baku ini membutuhkan investasi dan kolaborasi yang tepat sasaran.

### APA ARTINYA INI DALAM PRAKTIKNYA?

#### TINDAKAN MASING-MASING PERUSAHAAN:

- **Terapkan pendekatan menyeluruh pada pengadaan serat optik dengan tujuan mengurangi penggunaan serat murni secara keseluruhan dan memprioritaskan serat yang lebih ramah lingkungan jika memungkinkan untuk setiap aplikasi.** Peningkatan penggunaan serat murni yang dihasilkan dari peralihan ke kemasan fleksibel berbahan dasar kertas idealnya harus diimbangi dengan pengurangan di bagian lain dari portofolio—misalnya, kemasan sekunder dan tersier—melalui peningkatan efisiensi sumber daya (termasuk menghilangkan kemasan yang tidak perlu, mengoptimalkan desain, dan memprioritaskan penggunaan kembali jika memungkinkan) dan memprioritaskan serat daur ulang dan serat non-kayu yang bersumber secara bertanggung jawab jika memungkinkan<sup>86</sup> dan bermanfaat bagi lingkungan.<sup>87</sup>
- **Mendapatkan semua bahan baku secara bertanggung jawab dengan mengikuti praktik terbaik** yang melindungi keanekaragaman hayati, menghormati hak-hak Masyarakat Adat dan komunitas lokal, serta meningkatkan transparansi dan akuntabilitas di seluruh rantai pasokan. Hal ini mencakup upaya untuk menghindari pengadaan bahan baku dari daerah yang terkait dengan deforestasi dan degradasi hutan, menjaga cadangan karbon, dan menerapkan perlindungan yang kuat untuk lahan dan masyarakat. Praktik pengadaan yang mendukung Kerangka Keanekaragaman Hayati Global—seperti yang didefinisikan oleh Koalisi Positif Hutan dari Forum Barang Konsumen (CGF)—bersama dengan sertifikasi yang

kredibel—dengan FSC diakui sebagai standar yang paling kuat dan kredibel<sup>88</sup>—merupakan alat penting untuk meningkatkan transparansi dan mengurangi risiko deforestasi, degradasi hutan, dan dampak sosial yang merugikan. Dalam kasus di mana sertifikasi mungkin tidak cukup kuat untuk memberikan jaminan kepada masyarakat setempat, perusahaan harus memperkuat kebijakan internal mereka sendiri, seperti mekanisme pengaduan.

#### TINDAKAN KOLABORATIF PERUSAHAAN:

- **Mendukung regulasi** yang mendukung pasokan serat bebas deforestasi dan bebas degradasi serta konservasi hutan di seluruh rantai pasokan global.
- **Menerapkan penggunaan serat non-kayu yang bertanggung jawab secara luas** di seluruh portofolio kemasan di mana hal tersebut bermanfaat bagi lingkungan, dengan menyadari bahwa penerapan inovasi dan rantai pasokan ini akan membutuhkan waktu dan investasi awal. Serat-serat ini harus dapat didaur ulang, diperoleh secara bertanggung jawab, dan diverifikasi melalui skema yang kredibel.
- **Berinteraksi dengan skema sertifikasi yang kredibel** untuk memperkuat ketertelusuran asal, rantai kepemilikan, praktik regeneratif, dan implementasi sejauh yang diperlukan untuk mencegah perubahan iklim dan kerusakan ekologis lebih lanjut. Hal ini akan membutuhkan peningkatan investasi dalam sistem ketertelusuran dan peningkatan berbagi data di seluruh rantai nilai.

### PEMBATASAN

Terlepas dari sertifikasi, ada batasan global terhadap jumlah kayu yang dapat diproduksi secara bertanggung jawab. Oleh karena itu, mengurangi kebutuhan akan kemasan sejak awal harus diprioritaskan, misalnya, melalui penggunaan kembali, pengisian ulang, dan penghapusan kemasan jika memungkinkan.



# DIPRODUKSI SECARA BERTANGGUNG JAWAB

## TUJUAN

Untuk memastikan bahwa produk fleksibel berbahan dasar kertas tidak meningkatkan tekanan pada iklim dan sumber daya air, terutama mengingat intensitas penggunaan air yang lebih tinggi dalam produksi kertas dan variabilitas emisi gas rumah kaca yang luas.

## BAGAIMANA CARANYA

Membuat pengadaan, memproduksi, dan/atau mendistribusikan kemasan berbahan dasar kertas dengan dampak lingkungan minimal. Bagian ini berfokus pada penggunaan air dan emisi gas rumah kaca—dua dampak lingkungan yang paling menonjol—dari awal hingga akhir siklus hidup produk.

## APA ARTINYA INI DALAM PRAKTIKNYA?

**Menilai, melacak, dan meminimalkan penggunaan air dan emisi gas rumah kaca dari semua komponen kemasan, termasuk substrat, lapisan dalam, pelapis, dan aditif, dengan perhatian khusus pada penggunaan air di wilayah yang kekurangan air.** Hal ini akan memerlukan penilaian siklus hidup yang kredibel secara kasus per kasus yang mencerminkan data spesifik produsen, rantai pasokan lokal, dan realitas pengelolaan limbah.

**Rancang kemasan dengan mempertimbangkan emisi sepanjang siklus hidupnya, termasuk kemungkinan penanganan di akhir masa pakainya.** Meminimalkan berat kemasan dapat mengurangi emisi gas rumah kaca (GRK) secara signifikan. Kondisi pengelolaan sampah lokal juga sangat memengaruhi dampak iklim secara keseluruhan. Seiring dengan evolusi sistem pengelolaan limbah, dinamika ini dapat berubah, memperkuat kebutuhan akan penilaian berkelanjutan dan spesifik konteks ketika menentukan apakah kertas merupakan pilihan yang paling tepat. Dampak hilir ini juga perlu dipertimbangkan bersamaan dengan kendala hulu, termasuk emisi biogenik dan berbasis fosil dari sumber bahan baku, yang dapat menjadi pendorong utama emisi gas rumah kaca (GRK).<sup>89</sup>

**Meningkatkan efisiensi energi dan melakukan transisi ke energi terbarukan di seluruh rantai pasokan.** Hal ini memerlukan peningkatan pada pabrik kertas, seperti konversi boiler berbahan bakar fosil.

**Terapkan praktik terbaik pengelolaan air dalam produksi kertas.** Variasi besar dalam penggunaan air di antara para produsen menunjukkan potensi perbaikan yang signifikan. Hal ini sangat penting mengingat industri pulp dan kertas termasuk di antara konsumen air industri terbesar di dunia,<sup>90</sup> sementara separuh populasi dunia hidup dalam kondisi kekurangan air yang parah setidaknya selama satu bulan dalam setahun.<sup>91</sup> Negara-negara seperti India dan Chili menghadapi tekanan air yang signifikan sekaligus permintaan yang meningkat pesat untuk kemasan fleksibel, sehingga meningkatkan pentingnya produksi dan pengadaan yang hemat air untuk penggunaan kemasan berbahan dasar kertas. Langkah-langkah untuk mengurangi jejak air meliputi meminimalkan berat kertas yang digunakan, berinvestasi dalam sistem air tertutup, dan menyelaraskan rantai pasokan dengan inisiatif pengelolaan air. Konsumsi air selama proses daur ulang juga perlu dipertimbangkan saat memilih serat dan bahan tambahan.

## PEMBATASAN

Sekalipun ada peningkatan berkelanjutan, penggunaan air untuk produksi kertas kemungkinan akan tetap tinggi karena proses pembuatan pulp pada dasarnya bergantung pada air. Menghindari produksi atau daur ulang kertas di daerah yang kekurangan air akan meminimalkan dampaknya.



## MEMENUHI KEBUTUHAN TEKNIS, EKONOMI, DAN KONSUMEN

### TUJUAN

Untuk memungkinkan kemasan dipasarkan tanpa menimbulkan konsekuensi yang tidak diinginkan seperti peningkatan pemborosan makanan, kerusakan produk, atau penolakan konsumen, yang dapat merusak hasil lingkungan dan kelayakan komersial.

### BAGAIMANA CARANYA

Pastikan kemasan memberikan perlindungan produk, umur simpan, dan kemudahan penggunaan bagi konsumen yang dibutuhkan dalam konteks spesifik tempat kemasan tersebut digunakan, dengan cara yang layak secara ekonomi bagi bisnis dan konsumen.

### APA ARTINYA INI DALAM PRAKTIKNYA?

**Tetapkan spesifikasi kemasan berdasarkan kebutuhan produk yang sebenarnya, daripada mengandalkan tolak ukur terhadap format kemasan fleksibel plastik standar yang sudah ada, yang sering kali melebihi apa yang benar-benar dibutuhkan.** Kebutuhan teknis sangat bervariasi tergantung produk dan wilayah geografis, sehingga spesifikasi harus ditetapkan berdasarkan kondisi penggunaan kemasan tersebut. Perbandingan dengan format fleksibel plastik standar dapat mengakibatkan spesifikasi berlebihan tanpa memberikan nilai tambah. Reformulasi produk juga dapat memungkinkan kemasan yang lebih berkelanjutan. Pertimbangan utama meliputi sifat mekanik, sifat penghalang, format, kemudahan pengolahan dalam proses pengisian, penyegelan, dan pelabelan, kinerja dalam rantai pasokan dan lingkungan ritel, kenyamanan konsumen, dan kelayakan komersial.

**Berinvestasi dalam inovasi untuk menghadirkan solusi kemasan berbasis kertas yang memenuhi kebutuhan teknis, ekonomi, dan konsumen, sekaligus mengatasi semua kriteria penting lainnya.** Kertas saja jarang memberikan fungsionalitas yang dibutuhkan untuk sebagian besar aplikasi; lapisan pelapis, aditif, atau lapisan polimer biasanya diperlukan untuk mencapai penghalang dan sifat kinerja yang penting. Komponen-komponen ini harus dirancang dan dikombinasikan sedemikian rupa sehingga memenuhi kebutuhan kinerja dan konsumen, tanpa mengorbankan kriteria penting lainnya, sekaligus tetap hemat biaya pada skala komersial. Untuk sebagian besar penggunaan, opsi yang layak yang memenuhi semua persyaratan ini belum ada. Secara khusus, menggabungkan biodegradabilitas dengan

persyaratan kinerja dan daur ulang tetap menjadi tantangan inovasi. Kemampuan pengolahan dan kesesuaian mesin untuk memproses kemasan berbahan dasar kertas dengan waktu pengerjaan yang kompetitif juga sangat penting. Inovasi yang dibutuhkan dijelaskan secara rinci di bagian selanjutnya pada judul 'Menutup kesenjangan: Inovasi yang dibutuhkan'.

Memperluas jangkauan penggunaan di mana solusi berbasis kertas yang dirancang secara bertanggung jawab layak secara teknis dan ekonomis akan membutuhkan kolaborasi di seluruh industri, lintas merek, pemasok, dan pembuat kebijakan untuk berbagi pengetahuan, menyebar biaya dan risiko, serta memungkinkan skala ekonomi.

**Berinteraksi dengan konsumen untuk mendorong penyesuaian.** Keberhasilan juga bergantung pada penerimaan pelanggan, dan solusi pengemasan yang berkinerja baik dari perspektif teknis mungkin masih bertentangan dengan harapan konsumen. Merek dapat memainkan peran berpengaruh dalam mengatasi hal ini dengan membentuk pemahaman dan harapan konsumen—misalnya, melalui desain siap pajang dan perangkat pendukung pemasaran untuk membantu pengecer.



## DAPAT DIDAUUR ULANG SECARA LOKAL

### TUJUAN

Untuk memastikan bahwa, jika dipadukan dengan upaya signifikan untuk meningkatkan infrastruktur pengumpulan, kemasan memiliki peluang tinggi untuk didaur ulang dalam praktiknya, sehingga material tetap berada dalam perekonomian dan mengurangi kebutuhan akan input material mentah.

### BAGAIMANA CARANYA

Rancang kemasan berbahan dasar kertas agar mudah dikenali sebagai kertas dan praktis untuk ditangani setelah digunakan oleh konsumen, pemulung, penyortir, dan pengumpul sampah resmi, serta selaras dengan pedoman daur ulang yang diakui secara luas—idealnya pedoman daur ulang lokal jika ada.

Secara paralel, bantu meningkatkan infrastruktur melalui kolaborasi dan kebijakan di seluruh industri untuk memastikan kemasan berbahan dasar kertas dikumpulkan dan didaur ulang dalam praktiknya.

### APA ARTINYA INI DALAM PRAKTIKNYA?

#### **Rancang kemasan agar memenuhi pedoman daur ulang setempat di mana pun pedoman tersebut berlaku.**

Kriteria desain yang menentukan apakah kemasan berbahan dasar kertas kemungkinan besar akan dikumpulkan, dipilah, dan didaur ulang dengan sukses berbeda-beda menurut wilayah geografis. Oleh karena itu, pedoman daur ulang lokal harus diterapkan jika tersedia. Jika tidak ada, panduan harus dikembangkan melalui konsultasi dengan pengelola daur ulang setempat, dengan mempertimbangkan kondisi dan kendala pengolahan lokal, termasuk kelangkaan air.

#### **Gunakan panduan internasional sebagai referensi jika tidak ada panduan lokal.**

Di wilayah yang belum memiliki pedoman desain yang mapan, pedoman internasional yang diakui secara luas dapat memberikan titik awal yang berguna, tetapi harus disesuaikan dengan realitas pengolahan lokal dan<sup>92</sup> tidak diterapkan secara menyeluruh. Sebagai contoh, pedoman 4Evergreen untuk ‘pabrik daur ulang dengan proses konvensional’ atau ‘pabrik standar’ memberikan titik referensi yang kuat.<sup>93</sup> Meskipun dikembangkan untuk konteks Eropa, pedoman ini merupakan salah satu pedoman terlengkap dan paling banyak didukung yang tersedia. Meskipun memenuhi standar ini tidak menjamin bahwa kemasan akan diterima atau berhasil diproses di pabrik lokal di setiap wilayah, sebagian besar kriteria desainnya akan membantu meningkatkan kelayakan teknis daur ulang.

**Membangun infrastruktur pengumpulan dan daur ulang dalam skala besar melalui kolaborasi dan kebijakan di seluruh industri.** Lihat kondisi kritis keenam, ‘Bagian dari strategi ekonomi sirkular yang lebih luas dan inklusif secara sosial’ untuk detailnya.

### PEMBATASAN

Sistem daur ulang tertutup masih terbatas untuk beberapa aplikasi. Sebagai contoh, kertas berkualitas pangan yang sering kali ‘didaur ulang’ menjadi format kertas lain daripada dikembalikan ke aplikasi yang setara.



# HINDARI BAHAN KIMIA BERBAHAYA DAN POLUSI PLASTIK YANG TAHAN LAMA

## TUJUAN

Untuk memastikan kemasan tidak memasukkan zat berbahaya—selama atau setelah penggunaan—dan tidak menyebabkan polusi plastik yang berkelanjutan jika kemasan tersebut lolos dari pengelolaan limbah. Karena pengembangan sistem pengumpulan, pemilahan, dan daur ulang yang komprehensif akan membutuhkan waktu, pendanaan, dan intervensi kebijakan yang signifikan, mendesain kemasan yang menghindari zat berbahaya atau polusi plastik yang persisten memberikan jaring pengaman sementara, terutama di pasar dengan tingkat pengumpulan yang rendah. Tujuan jangka panjangnya adalah menghentikan kebocoran sepenuhnya.

## BAGAIMANA CARANYA

Rancang kemasan sedemikian rupa sehingga memenuhi spesifikasi standar yang kuat dan diakui untuk pengomposan rumah tangga dan kemampuan terurai secara hayati di lingkungan tanah, air tawar, dan laut. Mendesain kemasan dengan mengutamakan keamanan bahan kimia sangatlah penting, dan mempertimbangkan daftar bahan kimia terlarang yang diakui secara luas dapat menjadi pendukung. Kemasan harus memberikan panduan pembuangan yang jelas untuk menghindari pembuangan sampah sembarangan.

## APA ARTINYA INI DALAM PRAKTIKNYA?

**Rancang kemasan sedemikian rupa sehingga seluruh strukturnya—termasuk substrat, lapisan dalam, dan bahan tambahan—memenuhi spesifikasi standar yang kuat dan diakui untuk pengomposan rumah tangga dan kemampuan terurai secara hayati di tanah, air tawar, dan lingkungan laut.** Karena tidak adanya metode universal untuk mengukur semua dampak lingkungan nyata dari kebocoran kemasan, memenuhi standar yang ada untuk pengomposan rumah<sup>94</sup> dan biodegradasi di lingkungan laut, air tawar, dan tanah merupakan indikator terbaik yang tersedia.<sup>95</sup> Skema sertifikasi yang paling ketat dan mutakhir secara ilmiah memberikan titik acuan yang berguna untuk penilaian ini (lihat Lampiran II untuk detail lebih lanjut). Contoh skema sertifikasi referensi meliputi:

- Kompos OK HOME (TÜV Austria)
- DIN-Geprüft Home Compostable (DIN CERTCO)
- Dapat Dikomposkan Secara Komersial & Rumah Tangga (BPI)
- Verifikasi Pengomposan Rumah Tangga (ABA)
- OK Biodegradable SOIL (TÜV Austria)
- DIN-Geprüft Biodegradable in Soil (DIN CERTCO)
- Verifikasi Biodegradabilitas Tanah (ABA)
- OK Biodegradable Water (TÜV Austria)
- OK Biodegradable Marine (TÜV Austria)

- DIN-Geprüft Biodegradable in marine environment (DIN CERTCO).

**Patuhilah daftar bahan kimia terlarang yang diakui luas.** Keamanan dan persistensi bahan kimia harus ditangani dengan urgensi yang sama seperti pencemaran fisik. Minimalnya, kemasan harus mematuhi daftar bahan kimia terlarang yang diakui secara luas, seperti yang tercantum dalam peraturan REACH dan POP Uni Eropa, dan tidak boleh mengandung bahan kimia PFAS.

**Berikan panduan pembuangan yang jelas dan akurat serta hindari klaim lingkungan yang menyesatkan.** Pengemasan sebaiknya berfokus pada label dengan informasi pembuangan yang jelas, daripada klaim tentang kemampuan terurai secara alami.<sup>96</sup> Label 'dapat dikomposkan di rumah' mungkin menyesatkan jika tidak disertifikasi berdasarkan standar yang diakui, dan tidak didukung oleh bukti bahwa pengomposan di rumah atau industri dapat dicapai dan mungkin terjadi dalam praktiknya di konteks lokal.

## PEMBATASAN

Meskipun memenuhi spesifikasi standar ini merupakan indikator terbaik yang tersedia untuk pengurangan dampak yang signifikan,<sup>97</sup> hal ini mungkin tidak sepenuhnya menghilangkan risiko karena tidak menjamin biodegradasi penuh dalam jangka waktu tertentu, atau dalam semua kondisi dunia nyata. Tidak ada kemasan, baik berbahan dasar kertas maupun plastik, yang dapat dijamin tidak akan berdampak sama sekali jika terjadi kebocoran.

Uji biodegradabilitas dilakukan dalam kondisi laboratorium yang terkontrol, yang berbeda dari berbagai lingkungan tempat kemasan mungkin berakhir. Oleh karena itu, metode uji standar untuk biodegradabilitas harus terus berkembang dan diselaraskan secara global untuk menunjukkan potensi biodegradasi inheren dari material dalam kondisi yang terdefinisi dan dapat direproduksi, sementara pengujian berbasis lapangan dan disintegrasi yang saling melengkapi diperlukan untuk lebih mencerminkan variasi dunia nyata dalam faktor-faktor seperti sinar matahari, suhu, dan ketersediaan oksigen.

Daftar bahan kimia terlarang dan uji ekotoksitas yang saat ini dipersyaratkan untuk sertifikasi kemampuan pengomposan dan biodegradasi di rumah hanya menangani sebagian dari risiko paparan bahan kimia. Hal tersebut hanya mencakup sebagian kecil dari bahan kimia yang digunakan, dan tidak menilai spektrum penuh dampak potensial terhadap kesehatan manusia dan ekosistem. Ini menekankan perlunya desain yang berhati-hati dan transparansi di seluruh rantai pasokan. Inovasi berkelanjutan dalam lapisan pelindung, perekat, dan tinta yang lebih aman akan sangat penting untuk memastikan bahwa bahan fleksibel berbasis kertas tidak menimbulkan risiko baru atau yang kurang dipahami, sekaligus mengatasi polusi plastik.

Meminimalkan dampak buruk ketika limbah mencemari lingkungan bukanlah solusi jangka panjang dan tidak mengurangi urgensi untuk menghentikan kebocoran sepenuhnya.



## BAGIAN DARI STRATEGI EKONOMI SIRKULAR YANG LEBIH LUAS DAN INKLUSIF SECARA SOSIAL

### TUJUAN

Untuk memastikan bahwa setiap penggantian material memberikan kontribusi yang berarti dalam mengurangi limbah dan polusi kemasan plastik fleksibel, memungkinkan transisi menuju ekonomi sirkular, dan mendukung mata pencaharian pekerja di sektor pengelolaan limbah informal.

### BAGAIMANA CARANYA

Gunakan kemasan fleksibel berbahan dasar kertas yang dirancang secara bertanggung jawab sebagai bagian dari strategi ekonomi sirkular yang lebih luas yang memprioritaskan model pengiriman alternatif—seperti penggunaan kembali—dan format yang mengurangi ketergantungan pada kemasan berukuran kecil, yang didukung oleh sistem pengumpulan, pemilahan, dan daur ulang yang komprehensif. Penggantian material saja tidak dapat mengatasi tantangan limbah dan polusi kemasan fleksibel.

### APA ARTINYA INI DALAM PRAKTIKNYA?

**Menilai portofolio kemasan fleksibel berdasarkan wilayah, saluran, dan produk untuk mengidentifikasi jalur yang paling berdampak untuk setiap konteks.** Dalam beberapa kasus, penggantian materi akan tepat, tetapi dalam kasus lain, dampak yang lebih besar dapat dicapai melalui format atau model penyampaian alternatif. Potensi yang belum dimanfaatkan secara signifikan masih ada untuk mengurangi ketergantungan pada kemasan fleksibel berukuran kecil secara keseluruhan, dan prioritas utama seharusnya adalah mengidentifikasi dan meningkatkan peluang-peluang ini.

**Bergabunglah dengan demonstrasi daur ulang dari berbagai perusahaan.** Demonstrasi daur ulang yang melibatkan berbagai merek dan pengecer, menggunakan infrastruktur dan/atau kemasan bersama, serta beroperasi dalam skala lokal dapat membantu mengatasi hambatan biaya dan perilaku konsumen yang dihadapi perusahaan secara individual. Inisiatif-inisiatif ini juga dapat memberikan informasi bagi kebijakan dan membuka pendanaan untuk perluasan skala lebih lanjut.

**Mendukung kebijakan yang memberdayakan.** Kebijakan memainkan peran penting dalam memberikan insentif dan meningkatkan kelayakan, kemungkinan, atau daya tarik alternatif terhadap kemasan fleksibel berukuran kecil. Hal ini harus mencakup harmonisasi pedoman dan peraturan penggunaan kembali, penetapan target yang jelas untuk sistem penggunaan kembali, dan insentif keuangan untuk meningkatkan aspek ekonomi. Penghapusan bertahap yang terikat waktu dan diatur sesuai kebutuhan juga dapat mempercepat peningkatan skala.

**Tingkatkan upaya untuk membangun infrastruktur pengumpulan dan pemilahan yang inklusif untuk semua kemasan.** Sistem pengumpulan dan pemilahan yang efektif sangat

mendasar di semua strategi pengemasan. Mewujudkan sistem-sistem ini membutuhkan kolaborasi antara industri dan pemerintah, termasuk membuka peluang investasi bersama dari pembiayaan publik dan swasta serta menunjukkan jalur yang layak untuk transformasi sistem berskala nasional. Skema Tanggung Jawab Produsen yang Diperluas (Extended Producer Responsibility/EPR) yang efektif dan kebijakan pendukung lainnya yang mendorong desain untuk daur ulang dan penggunaan konten daur ulang memainkan peran penting. Upaya advokasi yang sungguh-sungguh, keterlibatan dengan sektor pengelolaan limbah, dan proyek percontohan dapat membantu mempercepat proses ini.

**Pastikan strategi ekonomi sirkular bersifat inklusif secara sosial dan mendukung transisi yang adil.** Para pemulung informal merupakan tulang punggung sistem pengumpulan dan daur ulang di banyak negara dengan tingkat kebocoran yang tinggi, dan setiap perubahan pada sistem pengemasan dapat secara langsung memengaruhi pendapatan dan kondisi kerja mereka—yang sudah terancam oleh peningkatan suhu dan peristiwa cuaca ekstrem yang disebabkan oleh perubahan iklim. Pendekatan inklusif secara sosial berarti melindungi mata pencaharian, berinvestasi dalam adaptasi iklim, memastikan kompensasi yang adil dan lingkungan kerja yang aman, serta melibatkan pemulung secara bermakna dalam perancangan sistem. Ini juga berarti memungkinkan akses yang terjangkau terhadap produk-produk penting bagi konsumen berpenghasilan rendah seiring dengan evolusi sistem dan format kemasan. Transisi ekonomi sirkular seharusnya menciptakan peluang ekonomi inklusif bagi kelompok sosioekonomi berpenghasilan rendah, alih-alih memperburuk kerentanan yang sudah ada.

# 04

**MENUTUP  
KESENJANGAN:  
INOVASI YANG  
DIBUTUHKAN**

**Penyediaan solusi kemasan kertas fleksibel yang memenuhi enam kriteria utama dan tetap menguntungkan secara bisnis membutuhkan perubahan besar yang transformatif dalam inovasi.** Untuk sebagian besar aplikasi, kemasan seperti itu belum tersedia secara komersial saat ini. Untuk beberapa aplikasi, kemasan fleksibel berbahan dasar kertas yang dapat didaur ulang memang ada, tetapi solusi ini biasanya tidak dapat dikomposkan di rumah atau terurai secara alami dan sering kali harganya jauh lebih mahal daripada alternatif plastiknya. Bagian ini berfokus secara eksklusif pada inovasi yang dibutuhkan dalam desain kemasan, bukan pada sistem pengelolaan limbah.

**Terobosan diperlukan dalam pengadaan bahan baku, produksi kertas, dan teknologi pengemasan.** Tantangan khusus meliputi:

- **Kinerja teknis serat non-kayu,** kemampuan daur ulang, dan pasokan yang bertanggung jawab
- **Efisiensi air dan dekarbonisasi** produksi dan daur ulang kertas
- **Peningkatan kinerja penghalang** (termasuk bahan pelapis) yang dapat didaur ulang, dapat dikomposkan di rumah tangga, dan dapat terurai secara alami di berbagai lingkungan.
- **Tinta, perekat, dan bahan tambahan yang tidak beracun,** dapat dikomposkan di rumah tangga, dan dapat terurai secara alami di berbagai lingkungan.
- **Kemudahan** pengerjaan dan kesesuaian mesin untuk memproses kemasan berbahan dasar kertas dengan waktu pengerjaan yang kompetitif.

**Minat dan investasi di bidang ini terus meningkat.** Pada tahun 2025, perusahaan seperti Amcor dan Kraft Heinz meluncurkan tantangan inovasi terbuka yang mencakup fokus pada kemasan fleksibel berbahan dasar kertas, dan semakin banyak merek yang memprioritaskan material ini dalam strategi R&D mereka. Sementara itu, para inovator seperti Pakka dan Varden menghadirkan serat non-kayu yang bertanggung jawab untuk aplikasi kemasan fleksibel. Secara keseluruhan, perkembangan ini menandakan

momentum yang jelas di balik upaya menata ulang kertas sebagai bahan kemasan yang berkinerja tinggi, fleksibel, dan berkelanjutan.

**Meskipun kemajuan signifikan masih dibutuhkan, kemajuan yang menggembirakan mulai muncul.** Kemajuan dalam modifikasi permukaan kertas, biopolimer dan pelapis lainnya, serta tinta telah menghasilkan peningkatan kinerja penghalang dan kemampuan daur ulang, sekaligus memenuhi spesifikasi standar kemampuan pengomposan di rumah dan kemampuan penguraian secara hayati. Sebagai contoh, teknologi pelapisan baru seperti deposisi lapisan atom memungkinkan lapisan penghalang ultra-tipis, yang memungkinkan penghalang tinggi dengan biaya lebih rendah dan kemampuan daur ulang yang lebih baik, sementara inovasi dalam serat non-kayu yang bertanggung jawab memperluas jangkauan sumber bahan baku dan aplikasi potensial. Contoh inovasi tercantum pada Gambar 3.

**Kecepatan dan kelayakan inovasi akan sangat bervariasi tergantung jenis produknya.** Sebagai contoh, solusi untuk aplikasi dengan persyaratan penghalang oksigen atau kelembaban yang lebih rendah cenderung menjadi layak lebih cepat daripada solusi yang membutuhkan kemasan dengan penghalang tinggi. Produk cair atau berminyak bisa menjadi tantangan tersendiri. Dalam beberapa kasus, reformulasi produk dapat membuka berbagai pilihan kemasan yang berbeda. Sampai saat ini, solusi yang dapat terurai secara hayati sebagian besar terbatas pada aplikasi dengan hambatan rendah, kompatibilitasnya dengan daur ulang masih perlu dibuktikan, dan sebagian besar belum tersedia dalam skala komersial. Hal ini menyoroti kebutuhan dan peluang untuk investasi dan pengembangan lebih lanjut. Gambar 2 menyajikan garis waktu indikatif mengenai kesiapan teknologi, tantangan, dan pendorong biaya berdasarkan pendapat para ahli.

**Biaya tetap menjadi salah satu hambatan terbesar untuk mencapai skala yang lebih besar.** Saat ini, pilihan kemasan fleksibel berbahan dasar kertas yang dapat dikomposkan di rumah biasanya dua hingga enam kali lebih mahal daripada

alternatif berbahan plastik. Hal ini mencerminkan kecepatan produksi yang lebih lambat, biaya material yang lebih tinggi, dan kebutuhan akan lapisan penghalang tambahan, serta potensi pengeluaran modal untuk menyesuaikan atau memodifikasi lini pengemasan. Untuk produk berukuran kecil dengan margin keuntungan tipis, bahkan peningkatan biaya pengemasan yang kecil pun dapat memengaruhi daya saing—dan, dalam beberapa kasus, akses terhadap produk bagi konsumen berpenghasilan rendah.

**Skala ekonomi dapat mengurangi biaya seiring waktu.** Produksi dalam jumlah besar dan peningkatan efisiensi manufaktur dapat membantu mengurangi biaya per unit. Kebijakan seperti skema Tanggung Jawab Produsen yang Diperluas (Extended Producer Responsibility/EPR) yang ramah lingkungan, penghapusan bertahap peraturan untuk desain kemasan yang tidak dapat didaur ulang, mandat kandungan daur ulang, dan subsidi yang ditargetkan dapat menciptakan insentif yang memungkinkan peningkatan skala yang lebih cepat.

**Kolaborasi antar-merek dan di seluruh rantai pasokan dapat semakin mempercepat pengurangan biaya dan peningkatan skala.** Dengan berbagi biaya, risiko, dan memungkinkan pembelajaran yang lebih cepat serta skala ekonomi, kolaborasi dapat membantu menghadirkan solusi yang layak ke pasar dengan lebih cepat dan dengan biaya lebih rendah.

**Dengan inovasi dan investasi yang memadai, kemasan berbahan dasar kertas dapat menjadi pilihan yang layak dalam berbagai penggunaan yang lebih luas.** Plastik telah mendapatkan manfaat dari optimasi selama beberapa dekade: dalam 15–20 tahun terakhir, lini pengisian yang dulunya beroperasi menggunakan kertas dan plastik telah diubah dan disempurnakan untuk proses yang hanya menggunakan plastik. Menerapkan kreativitas, bakat, dan investasi yang sama untuk menata ulang kemasan berbahan dasar kertas dapat membuka potensi baru, menjadikan kemasan berbahan dasar kertas yang dirancang secara bertanggung jawab sebagai pilihan yang layak secara teknis dan komersial di lebih banyak pasar dan jenis kemasan.

Kriteria penting	Tantangan-tantangan inovasi	Faktor pendorong biaya	Hari ini ➡	1-5 tahun ➡	5+ tahun ➡	10+ tahun ➡
<b>INOVASI SUMBER</b>						
<b>Berasal dari sumber yang dapat dipertanggung-jawabkan</b>	<b>Meningkatkan kinerja material serat non-kayu</b> (limbah pertanian/tanaman bebas deforestasi) dalam aplikasi pengemasan, termasuk sifat mekanik dan penghalang, serta kompatibilitas dengan pelapis dan daur ulang.	<b>Infrastruktur yang dibutuhkan</b> untuk membangun model pasokan pusat lokal dan memodifikasi pabrik agar dapat menggunakan serat alternatif.	<b>Penggunaan sebagian serat non-kayu</b> (serat non-kayu mencakup sekitar 3% dari pasar serat)	<b>Memperluas kapasitas pengolahan pulp untuk serat non-kayu</b> , serta keragaman serat dan aplikasi produk.	<b>Rantai pasokan serat non-kayu bersertifikat tersedia untuk memenuhi permintaan yang signifikan.</b>	
<b>INOVASI PRODUKSI KERTAS</b>						
<b>Diproduksi secara bertanggung jawab</b>	<b>Memajukan teknologi efisiensi air dan dekarbonisasi</b> , termasuk untuk sistem penggunaan kembali air, pengolahan air limbah, boiler berbahan bakar energi terbarukan, dan efisiensi proses.	<b>Diperlukan investasi modal yang tinggi untuk merenovasi pabrik</b> , khususnya untuk mengubah boiler berbahan bakar fosil. Ditambah lagi biaya operasional yang lebih tinggi untuk pembuangan air limbah yang bertanggung jawab	<b>Terdapat variasi yang luas dalam emisi dan penggunaan air</b> , dengan praktik terbaik yang belum diterapkan secara luas	<b>Mengoptimalkan dan memodifikasi sistem yang sudah ada</b>	<b>Menerapkan teknologi produksi dan pengolahan yang sepenuhnya terbarukan dan lebih bersih</b> , dengan pengeluaran modal yang dimungkinkan melalui pendanaan eksternal atau insentif kebijakan	
<b>INOVASI PENGEMASAN</b>						
<b>Layak secara teknis dan ekonomis.</b>	<b>Meningkatkan sifat penghalang untuk kemasan yang dapat didaur ulang dan dapat terurai secara hayati</b> ('dua akhir masa pakai')	<b>Pelapis dan lapisan yang dapat dikomposkan/diuraikan secara hayati di rumah masih mahal dan belum tersedia dalam skala besar</b> , misalnya PHA, polimer berbasis pati, PBS	<b>Kurangnya skala, dengan siklus hidup ganda yang belum tersedia untuk sebagian besar aplikasi</b> Kertas daur ulang dengan lapisan plastik (PE/PP) dengan penghalang sedang tersedia dengan harga tinggi. Lapisan tahan kelembaban yang tinggi memerlukan metalisasi, yang mahal dan dapat ditolak oleh pabrik meskipun terbukti dapat diolah kembali menjadi pulp. Substrat kertas yang dapat dikomposkan tersedia dalam skala kecil. Lapisan pelindung dengan sifat penghalang sedang tersedia untuk aplikasi yang kaku dengan biaya tinggi.	<b>Pasokan material dan pelapis dalam skala besar, serta investasi dalam penelitian dan pengembangan (R&amp;D) untuk mewujudkan siklus hidup ganda</b> Dalam skala besar, pelapisan ganda akhir masa pakai untuk format kaku dan pelapisan yang hanya dapat didaur ulang untuk kemasan fleksibel di pasar dengan kebocoran rendah. Pelapis yang dapat terurai secara hayati sedang bermunculan yang memungkinkan persyaratan penghalang tinggi (misalnya cairan, lemak) dalam kondisi iklim panas dan lembap. Mesin-mesin tersebut dimodifikasi dan dipasang berdasarkan pengujian dengan peluncuran awal.	<b>Dua siklus akhir masa pakai muncul di pasar untuk produk fleksibel.</b> Kekuatan segel meningkat dan biaya menurun seiring dengan kematangan industri. Lapisan pelindung yang dapat terurai secara hayati untuk kebutuhan penghalang tinggi diluncurkan di pasaran. Ketersediaan bahan pelapis dan substrat yang lebih besar.	<b>Membawa produk fleksibel dua tahap akhir siklus hidup yang layak secara komersial ke pasar</b> Siklus hidup ganda banyak diterapkan untuk persyaratan hambatan rendah dan menengah, dan mulai muncul untuk persyaratan hambatan yang lebih tinggi. Minimalkan ketebalan komponen non-serat untuk lebih meningkatkan kemampuan daur ulang dan biaya.
<b>Dapat didaur ulang di aliran sungai setempat</b>	<b>Mengembangkan tinta, perekat, dan bahan tambahan</b> yang dapat dikomposkan di rumah, tidak beracun, dan dapat terurai secara alami	<b>Biaya substrat kertas</b> mungkin lebih tinggi daripada substrat film plastik murni yang digantikannya				
<b>Menghindari bahan kimia berbahaya dan polusi plastik yang persisten</b>	<b>Meningkatkan kemudahan pengolahan kemasan dan kesesuaian mesin</b> untuk memungkinkan waktu produksi yang kompetitif, termasuk penyegelan	<b>Waktu pengerjaan lebih lama</b> karena waktu penyegelan yang lebih panjang, langkah tambahan pengaplikasian lapisan pelindung, dan risiko robek				
		<b>Investasi modal yang dibutuhkan untuk memodifikasi mesin yang ada dan membangun peralatan baru</b> untuk mengakomodasi dan memproduksi kemasan berbahan dasar kertas dalam skala besar				



Jangka waktu inovasi tidak dapat diprediksi dengan pasti. Linimasa ini sangat indikatif berdasarkan wawancara dengan para ahli.

**Tantangan inovasi**

**Contoh inovasi**

INOVASI SUMBER

<b>Meningkatkan kinerja material serat non-kayu</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• pemurnian enzimatis residu pertanian</li> <li>• inovasi pengolahan pulp</li> <li>• Aplikasi yang telah terbukti di berbagai jenis karton dan bergelombang dengan campuran serat spesifik sesuai kelasnya.</li> </ul>
---	---

INOVASI PRODUKSI KERTAS

<b>Teknologi canggih untuk efisiensi air dan dekarbonisasi</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sistem air tertutup</li> <li>• konversi boiler biomassa</li> <li>• penangkapan karbon</li> </ul>
--	---

INOVASI PENGEMASAN

<b>Meningkatkan sifat penghalang untuk kemasan yang dapat didaur ulang dan dapat terurai secara hayati</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• biopolimer yang dimodifikasi dan komposit</li> <li>• PHA</li> <li>• lapisan berbahan mineral</li> <li>• lapisan berbahan dasar sutra</li> <li>• penghalang kromogenik</li> <li>• kertas yang dibentuk dari busa</li> <li>• deposisi lapisan atom spasial</li> </ul>
<b>Mengembangkan tinta, perekat, dan bahan tambahan yang dapat dikomposkan di rumah, tidak beracun, dan dapat terurai secara alami</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• bahan pelunak plastik berbasis hayati</li> <li>• tinta berbasis air</li> <li>• tinta berbasis minyak nabati</li> <li>• pigmen berbasis selulosa, pernis berbasis air</li> <li>• perekat berbasis biopolimer</li> </ul>
<b>Meningkatkan mesin dan kemampuan pengolahan kemasan.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• perekat dingin</li> <li>• lapisan tirai multi-lapisan</li> <li>• mesin cetak fleksografi</li> <li>• lapisan penghalang yang diaplikasikan dengan pencetakan</li> <li>• solusi 'langsung pasang' untuk operasi yang sudah ada</li> </ul>



# 05

**APA YANG  
DIBUTUHKAN  
UNTUK  
MEMPERLUAS  
PENGUNAAN  
KEMASAN  
FLEKSIBEL  
BERBASIS  
KERTAS YANG  
DIRANCANG  
SECARA  
BERTANGGUNG  
JAWAB**

**Memajukan solusi berbahan kertas dan meningkatkan skalanya sesuai dengan kriteria penting akan memerlukan tindakan signifikan di empat bidang utama.** Dalam

setiap aspek tersebut, baik industri maupun pemerintah memiliki peran penting. Tindakan prioritas spesifik untuk dunia usaha dan pembuat kebijakan dirinci pada halaman berikutnya.

**Para pemimpin industri dapat mempelopori perluasan penggunaan kemasan berbahan dasar kertas yang dirancang secara bertanggung jawab** melalui tindakan bisnis individual. Namun, ini saja tidak akan cukup. Pencapaian keenam kriteria penting tersebut dalam skala besar pada akhirnya akan bergantung pada kolaborasi dan advokasi di tingkat industri untuk mempercepat inovasi, investasi, dan sistem pendukung yang dibutuhkan.

**Para pembuat kebijakan juga memainkan peran penting dalam menetapkan perlindungan dan kondisi yang memungkinkan untuk memandu penggunaan kemasan berbahan dasar kertas secara bertanggung jawab.**

Melalui regulasi, insentif, dan investasi publik, pemerintah dapat membantu menciptakan kondisi yang dibutuhkan untuk membuka inovasi, meningkatkan keterjangkauan, dan mendukung perubahan sistemik di keempat bidang tersebut.



**Percepat inovasi** menuju solusi berbasis kertas yang memenuhi semua kriteria kritis



**Membangun sistem pengumpulan dan daur ulang yang efektif dan inklusif secara sosial** untuk kemasan fleksibel berbahan dasar kertas sebagai bagian dari pengelolaan limbah yang holistik



**Pastikan rantai pasok serat yang berkelanjutan dan lindungi hutan** pada tingkat perusahaan dan sistem



**Prioritaskan dan utamakan jalur solusi alternatif** (eliminasi, daur ulang) di mana pun memungkinkan

**TINDAKAN PRIORITAS****TINDAKAN BISNIS BERSIFAT**

individual dan kolaboratif.

**KEBIJAKAN**

yang didukung oleh advokasi tingkat industri

**Percepat inovasi****Berbagi upaya penelitian dan pengembangan (R&D)**

untuk mengurangi biaya, risiko, dan jangka waktu dalam menghadirkan inovasi material yang memenuhi enam kriteria penting ke pasar dalam skala besar.

**Meningkatkan kelayakan kemasan berbahan dasar kertas yang dirancang secara bertanggung jawab,**

misalnya melalui insentif keuangan, skema Tanggung Jawab Produsen yang Diperluas (Extended Producer Responsibility/EPR) yang ramah lingkungan dan efektif, pembiayaan gabungan, dan penghapusan bertahap kemasan yang tidak dapat didaur ulang sesuai peraturan.

**Memastikan rantai pasokan serat yang berkelanjutan dan melindungi hutan.****Tetapkan strategi pengadaan serat di seluruh portofolio**

untuk mengurangi penggunaan serat murni secara keseluruhan dan prioritaskan serat yang lebih ramah lingkungan jika memungkinkan.

Pastikan bahwa semua bahan baku diperoleh secara bertanggung jawab dengan mengikuti praktik terbaik.

**Memastikan pasokan serat yang bertanggung jawab**

termasuk melalui perlindungan hukum yang dapat ditegakkan, mengakhiri subsidi yang mendukung penebangan industri hutan primer, dan penghitungan kehilangan karbon hutan dalam inventaris nasional. Kebijakan juga harus memprioritaskan perlindungan hak asasi manusia dan konservasi spesies yang terancam punah.

Hal ini dapat dilengkapi dengan program-program untuk memanfaatkan sisa-sisa pertanian sebagai bahan baku.

Jalin kerja sama dengan badan sertifikasi dan pemasok kertas yang kredibel untuk meningkatkan transparansi, memperkuat akuntabilitas, dan memastikan kredibilitas klaim.

**Membangun sistem pengumpulan dan daur ulang yang efektif dan inklusif secara sosial****Bersama-sama mendanai transformasi<sup>98</sup>**

infrastruktur pengumpulan dan daur ulang kemasan berskala kota, melibatkan dan memastikan transisi yang adil bagi pemulung, membuka peluang investasi bersama dari pendanaan publik dan swasta, serta menunjukkan jalur menuju transformasi sistem berskala nasional.

**Desain kemasan agar dapat didaur ulang secara lokal,**

selaras dengan pedoman daur ulang lokal yang dikembangkan melalui kerja sama dengan industri pengelolaan limbah dan daur ulang kertas setempat.

**Tetapkan kebijakan EPR (Environmental Protection and Recycling) yang efektif DAN inklusif secara sosial,**

serta kebijakan lain yang menjamin pendanaan berkelanjutan untuk infrastruktur pengumpulan dan daur ulang. Ini termasuk skema Tanggung Jawab Produsen yang Diperluas (Extended Producer Responsibility/EPR) yang ramah lingkungan yang mengakui dan memberi penghargaan kepada kemasan berbahan dasar kertas yang dirancang secara bertanggung jawab. Kebijakan harus memastikan pengakuan dan perlindungan bagi pemulung serta mendukung transisi yang adil.

Menyelaraskan pedoman atau mandat desain untuk daur ulang pada kemasan fleksibel berbahan dasar kertas, yang didukung oleh industri kertas lokal.

**Majukan dan prioritaskan jalur solusi lainnya****Bergabunglah dengan kelompok demonstrasi daur ulang multi-perusahaan**

yang terdiri dari berbagai merek dan pengecer, beroperasi di tingkat kota atau negara, dan memiliki infrastruktur serta kemasan daur ulang yang sama. Demonstrasi semacam itu dapat mendukung pembelajaran, memberikan informasi untuk kebijakan, dan membuka pendanaan untuk perluasan skala lebih lanjut.

**Identifikasi peluang untuk beralih dari format kecil**

ke volume yang lebih besar dan ke model penggunaan kembali dan pengisian ulang jika sesuai. Banyak jenis penggunaan kembali memerlukan kolaborasi di seluruh rantai nilai dan/atau kerangka kebijakan agar dapat berkembang.

**Berikan insentif untuk alternatif**

kemasan fleksibel format kecil jika menguntungkan, melalui kebijakan yang meningkatkan kelayakan, kemungkinan, atau daya tariknya, misalnya standar dan target penggunaan kembali, insentif fiskal atau keuangan, dan penghapusan bertahap yang wajar dan terikat waktu terhadap kemasan yang tidak dapat didaur ulang jika sesuai.

<b>Kemasan fleksibel format kecil</b>	Merujuk pada kemasan fleksibel utama untuk bisnis ke konsumen (B2C) berukuran A5 atau lebih kecil, seperti saset, pembungkus, kantong, dan tas bantal kecil.	<b>Kemasan fleksibel berbahan dasar kertas</b>	Kemasan fleksibel yang sebagian besar terbuat dari substrat selulosa—yang berasal dari kayu atau serat non-kayu. Agar dianggap dapat didaur ulang di pabrik kertas standar, kandungan serat ini harus tinggi—biasanya di atas 80–90%, tergantung pada negaranya. Di atas substrat tersebut, mereka dapat menambahkan lapisan tipis atau laminasi untuk memberikan fitur kinerja, serta aditif, perekat, tinta, dan lain sebagainya. Pelapis dan laminasi sering kali dibuat dari plastik berbasis fosil. Namun, bahan tersebut juga dapat dibuat dari polimer karbohidrat, poliester, dan lapisan berbasis lilin. Meskipun kemasan fleksibel berbahan dasar kertas berpotensi untuk dapat dikomposkan di rumah dan terurai secara alami di berbagai lingkungan, sebagian besar desain saat ini tidak memenuhi standar tersebut.	<b>Dapat terurai secara hayati</b>	Dapat diuraikan oleh mikroorganisme menjadi karbon dioksida, air, dan garam mineral dari unsur-unsur lain yang ada (mineralisasi) ditambah biomassa baru. <sup>101</sup> Biodegradasi bergantung pada kondisi biogeokimia yang kompleks di setiap lokasi pengujian (misalnya suhu, ketersediaan nutrisi dan oksigen, aktivitas mikroba, dll.). Oleh karena itu, klaim umum tentang biodegradabilitas hanya dapat berfungsi sebagai perkiraan dan perlu dikonfirmasi melalui pengujian standar di bawah kondisi laboratorium. Perilaku di tempat (in-situ) dapat bervariasi, tergantung pada kondisi, ukuran produk, jenis material, dan faktor lainnya. <sup>102</sup> Istilah "biodegradable" bersifat netral terhadap material: baik produk berbahan dasar kertas maupun plastik dapat terurai sepenuhnya secara alami. Metode dan spesifikasi pengujian standar yang berlaku dirinci dalam Lampiran II.
<b>Pasar dengan tingkat kebocoran yang tinggi</b>	Wilayah-wilayah di mana limbah memiliki kemungkinan besar untuk berakhir di lingkungan. Hal ini biasanya disebabkan oleh rendahnya tingkat pengumpulan dan tingginya tingkat pengelolaan sampah yang buruk.				
<b>Kebocoran limbah</b>	Aliran limbah ke lingkungan, termasuk ke badan air dan daratan. Kebocoran dapat terjadi secara sengaja atau tidak sengaja dan diperparah oleh pengelolaan limbah yang buruk. Dalam skenario bisnis seperti biasa, seperempat dari seluruh sampah plastik diproyeksikan akan mencemari lingkungan pada tahun 2040. <sup>99</sup>				
<b>Pengelolaan limbah yang buruk</b>	Limbah yang tidak dikumpulkan, diolah, atau dibuang di fasilitas yang terkontrol, termasuk limbah yang dibakar secara terbuka, dibuang di tempat pembuangan sampah yang tidak dikelola, atau yang tidak dikumpulkan dengan cara lain. Ini tidak termasuk sampah yang dibuang di tempat pembuangan akhir yang dikelola, pengolahan sampah menjadi energi, dan daur ulang. Dalam skenario bisnis seperti biasa, diperkirakan lebih dari setengah dari seluruh limbah plastik akan salah dikelola pada tahun 2040. <sup>100</sup>	<b>Kemasan berbahan dasar kertas yang 'dirancang secara bertanggung jawab'</b>	Kemasan berbahan dasar kertas yang memenuhi keenam kriteria penting yang diuraikan dalam laporan ini.		

### **Dapat dikomposkan di rumah**

Mampu mengalami degradasi melalui proses biologis selama pengomposan rumah tangga untuk menghasilkan karbon dioksida, air, senyawa anorganik, dan biomassa dengan laju yang konsisten dengan bahan-bahan yang dapat dikomposkan di rumah lainnya, tanpa meninggalkan residu yang terlihat, dapat dibedakan, atau beracun.<sup>103</sup> Klaim bahwa kompos dapat dibuat di rumah harus didukung oleh pengujian standar di bawah kondisi laboratorium, yang biasanya mencakup empat aspek: karakterisasi, biodegradasi dalam pengomposan rumahan yang dikelola dengan baik, disintegrasi dalam pengomposan rumah tangga yang dikelola dengan baik, dan kualitas kompos rumah tangga.<sup>104</sup> Istilah "dapat dikomposkan di rumah" adalah definisi yang netral terhadap material: baik produk berbahan dasar kertas maupun plastik dapat dikomposkan di rumah. Metode dan spesifikasi pengujian standar yang berlaku dirinci dalam Lampiran II.

### **Plastik**

Istilah ini digunakan di sini untuk menggambarkan material yang sebagian besar terbuat dari polimer sintetis atau semi-sintetis, termasuk plastik berbasis fosil dan berbasis hayati, serta plastik yang dapat terurai secara hayati, dapat dikomposkan secara industri, dapat dikomposkan di rumah, dan plastik yang tidak dapat terurai secara hayati. Tidak semua plastik menyebabkan polusi yang persisten: kondisi kritis 'Hindari bahan kimia berbahaya dan polusi plastik persisten' bertujuan untuk menghilangkan plastik persisten, bukan mengejar solusi bebas plastik.

### **Berasal dari sumber yang dapat dipertanggungjawabkan**

Pengadaan sumber daya dari rantai pasokan yang beroperasi dalam batas ekologis,<sup>105</sup> menghindari deforestasi dan degradasi hutan, menjaga cadangan karbon dan keanekaragaman hayati, menghormati hak asasi manusia dan mata pencaharian masyarakat lokal dan masyarakat adat, serta memastikan hutan dan lahan tetap tangguh dan berfungsi untuk generasi mendatang.

## LAMPIRAN II: TINJAUAN STANDAR, SPESIFIKASI, DAN SERTIFIKASI YANG TERSEDIA TERKAIT KOMPOS RUMAH TANGGA DAN BIODEGRADASI

Sebagaimana diuraikan dalam kriteria penting 'Menghindari bahan kimia berbahaya dan polusi plastik yang persisten', kemasan fleksibel berbahan dasar kertas yang dirancang secara bertanggung jawab harus memenuhi persyaratan pengujian yang ketat untuk kemampuan pengomposan rumah tangga dan biodegradasi di lingkungan laut, air tawar, dan tanah, sebagaimana diatur dalam spesifikasi standar. Spesifikasi standar ini mendefinisikan kriteria lulus/gagal dan sejalan dengan aturan dan pedoman yang ditetapkan dalam skema sertifikasi. Setiap badan sertifikasi memiliki skema sertifikasinya sendiri, yang membahas topik-topik yang tidak tercakup dalam spesifikasi standar, misalnya bagaimana kemasan fleksibel perlu diuji, bagaimana tinta perlu diuji, dan lain sebagainya. Lampiran ini menyajikan pilihan kriteria lulus/gagal, aturan, dan pedoman yang ditetapkan dalam spesifikasi standar dan skema sertifikasi, yang diidentifikasi oleh para ahli sebagai relevan dengan pengemasan. Oleh karena itu, skema

sertifikasi didasarkan pada spesifikasi standar internasional, regional, atau nasional (misalnya ISO, CEN, dll.); tingkat ketelitian yang tinggi; dan landasan pada pengetahuan ilmiah terkini.

Perlu dicatat bahwa sertifikasi yang mencakup biodegradasi di lingkungan laut, air tawar, dan tanah hanya tersedia untuk produk yang dimaksudkan untuk digunakan di lingkungan tersebut (misalnya, film mulsa pertanian di lingkungan tanah, alat bantu budidaya ikan di lingkungan laut, dll.). Karena kemasan seharusnya tidak pernah berakhir di tanah, lingkungan laut atau air tawar, maka kemasan berada di luar cakupan sertifikasi biodegradasi dan sertifikasi tersebut tidak mungkin dilakukan. Kemasan hanya memenuhi syarat untuk sertifikasi kemampuan pengomposan. Namun, kemasan yang telah diuji dan memenuhi spesifikasi standar untuk lingkungan tertentu, baik bersertifikat maupun tidak, cenderung jauh lebih tahan

lama dan menyebabkan kerusakan yang jauh lebih sedikit di lingkungan tersebut dibandingkan kemasan yang tidak memenuhi standar.

Meskipun memenuhi spesifikasi standar adalah indikator terbaik yang tersedia untuk pengurangan dampak yang signifikan,<sup>106</sup> hal itu mungkin tidak sepenuhnya menghilangkan risiko karena tidak menjamin biodegradasi penuh dalam jangka waktu tertentu di semua kondisi dunia nyata. Tidak ada kemasan, baik berbahan dasar kertas maupun plastik, yang dapat dijamin tidak akan berdampak sama sekali jika bocor, dan kondisi pengujian biodegradabilitas berbeda-beda tergantung pada beragam lingkungan tempat kemasan tersebut mungkin berakhir.

Tabel ini dikembangkan oleh Normec OWS pada Januari 2026.

Lingkungan	Penerbit	Nama	Spesifikasi standar	Persyaratan biodegradasi	Persyaratan disintegrasi	Persyaratan tentang keselamatan lingkungan
Pengomposan rumah tangga	TÜV Austria	OK kompos HOME	EN 13432, dengan adaptasi untuk mencerminkan kondisi pengomposan rumah tangga.	Konversi menjadi CO <sub>2</sub> ≥90% dalam waktu maksimal 12 bulan pada suhu ruangan (20–30 °C) sesuai dengan ISO 14855.  Bahan-bahan dengan persentase di bawah 1% dari berat kering tidak perlu diuji kemampuan penguraiannya secara hayati, kecuali jika jumlah total bahan-bahan tersebut mencapai >5% dari berat kering.	≥90% material harus terurai menjadi <2 mm dalam waktu maksimal 180 hari pada suhu ruangan (20–30 °C) sesuai dengan ISO 20200.  Tidak boleh ada kontaminasi visual pada kompos akhir (<2 mm).	Tingkat perkecambahan dan hasil biomassa ≥90% dibandingkan dengan kontrol, untuk dua spesies tanaman, sesuai dengan standar OECD 208.  Bahan-bahan dengan kadar di bawah 0,1% berdasarkan berat kering tidak perlu diuji ekotoksitasnya, kecuali jika jumlah total bahan-bahan tersebut mencapai >0,5% berat kering.  Produk tidak boleh melebihi batas yang ditetapkan untuk logam berat tertentu dan total Fluorin, maupun zat lain yang beracun bagi lingkungan atau manusia, sebagaimana didefinisikan dalam EN 13432.  Diperlukan pernyataan diri mengenai penggunaan bahan kimia per-fluorinasi atau fluorinasi yang tidak disengaja.  Zat-zat yang tercantum dalam daftar Zat yang Sangat Berbahaya (untuk kandidat) tidak diterima.

Lingkungan	Penerbit	Nama	Spesifikasi standar	Persyaratan biodegradasi	Persyaratan disintegrasi	Persyaratan tentang keselamatan lingkungan
Pengomposan rumah tangga	DIN CERTCO	DIN-Geprüft Home Compostable	NF T 51-800	<p>Konversi menjadi CO<sub>2</sub> ≥90% dalam waktu maksimal 12 bulan pada suhu ruangan (&lt;30 °C) sesuai dengan ISO 14855.</p> <p>Bahan-bahan dengan kadar di atas 1% berdasarkan berat kering harus diuji secara individual mengenai kemampuan penguraian secara hayati.</p> <p>Bahan-bahan dengan persentase di bawah 1% dari berat kering tidak perlu diuji kemampuan penguraiannya secara hayati, kecuali jika jumlah total bahan-bahan tersebut mencapai &gt;5% dari berat kering.</p>	<p>≥90% material harus terurai menjadi &lt;2 mm dalam waktu maksimal 180 hari pada suhu ruangan (20–30 °C) sesuai dengan ISO 20200.</p>	<p>Tingkat perkecambahan dan hasil biomassa ≥90% dibandingkan dengan kontrol, untuk dua spesies tanaman, sesuai dengan standar OECD 208.</p> <p>Bahan-bahan dengan kadar di bawah 0,1% berdasarkan berat kering tidak perlu diuji ekotoksitasnya, kecuali jika jumlah total bahan-bahan tersebut mencapai &gt;0,5% berat kering.</p> <p>Produk tidak boleh melebihi batas yang ditetapkan untuk logam berat tertentu dan total Fluorin, maupun zat lain yang beracun bagi lingkungan atau manusia, sebagaimana didefinisikan dalam NF T51-800.</p> <p>Kemasan tidak boleh mengandung pengganggu endokrin, zat karsinogenik, mutagenik, atau toksik terhadap reproduksi (CMR) yang tercantum dalam daftar kandidat Zat yang Sangat Menimbulkan Kekhawatiran (Substances of Very High Concern) dari peraturan REACH Uni Eropa (EC 1907/2006), serta PFAS.</p>
	BPI	Dapat Dikomposkan — Komersial & Rumah Tangga	NF T51-800, dengan menambahkan aturan yang lebih ketat tentang biodegradasi dan mempertimbangkan kepatuhan terhadap ASTM D6400 (pengomposan industri) sebagai prasyarat.	<p>Konversi menjadi CO<sub>2</sub> ≥90% dalam waktu maksimal 12 bulan pada suhu ruangan (20–30 °C) sesuai dengan ISO 14855.</p> <p>Masing-masing bahan organik yang terdapat dalam konsentrasi antara 1%–10% berdasarkan berat kering harus diuji secara individual mengenai kemampuan penguraiannya secara hayati.</p> <p>Bahan-bahan dengan persentase di bawah 1% dari berat kering tidak perlu diuji kemampuan penguraiannya secara hayati, kecuali jika jumlah total bahan-bahan tersebut mencapai &gt;5% dari berat kering.</p>	<p>≥90% material harus terurai menjadi &lt;2 mm dalam waktu maksimal 180 hari pada suhu ruangan (20–30 °C) sesuai dengan ISO 20200.</p> <p>Kontaminasi visual pada kompos yang dibuktikan dengan penurunan daya tarik estetika seharusnya tidak meningkat secara signifikan akibat residu pasca-pengomposan dari bahan kemasan yang dimasukkan.</p>	<p>Tingkat perkecambahan dan hasil biomassa ≥90% dibandingkan dengan kontrol, untuk dua spesies tanaman, sesuai dengan standar OECD 208.</p> <p>Bahan-bahan dengan kadar di bawah 0,1% berdasarkan berat kering tidak perlu diuji ekotoksitasnya, kecuali jika jumlah total bahan-bahan tersebut mencapai &gt;0,5% berat kering.</p> <p>Produk tidak boleh melebihi batas yang ditetapkan untuk logam berat tertentu dan total Fluorin, maupun zat lain yang beracun bagi lingkungan atau manusia, sebagaimana didefinisikan dalam NF T51-800.</p> <p>Kemasan yang dinilai tidak boleh mengandung pengganggu endokrin, zat karsinogenik, mutagenik, atau toksik terhadap reproduksi (CMR) yang tercantum dalam daftar kandidat Zat yang Sangat Menimbulkan Kekhawatiran (Substances of Very High Concern) dari peraturan REACH Uni Eropa (EC 1907/2006).</p>

Lingkungan	Penerbit	Nama	Spesifikasi standar	Persyaratan biodegradasi	Persyaratan disintegrasi	Persyaratan tentang keselamatan lingkungan
<b>Pengomposan rumah tangga</b>	ABA	Verifikasi Kemampuan Pengomposan Rumah Tangga	AS 5810	<p>Konversi menjadi CO<sub>2</sub> ≥90% dalam waktu maksimal 12 bulan pada suhu ruangan (20–30 °C) sesuai dengan ISO 14855.</p> <p>Bahan-bahan dengan persentase di bawah 1% dari berat kering tidak perlu diuji kemampuan penguraiannya secara hayati, kecuali jika jumlah total bahan-bahan tersebut mencapai &gt;5% dari berat kering.</p>	<p>≥90% material harus terurai menjadi &lt;2 mm dalam waktu maksimal 180 hari pada suhu ruangan (20–30 °C) sesuai dengan ISO 20200.</p>	<p>Tingkat perkecambahan dan hasil biomassa ≥90% dibandingkan dengan kontrol, untuk dua spesies tanaman, sesuai dengan standar OECD 208.</p> <p>Tingkat kelangsungan hidup dan hasil biomassa ≥90% dibandingkan dengan kontrol untuk cacing tanah, sesuai dengan ASTM E1676.</p> <p>Produk tidak boleh melebihi batas yang ditetapkan untuk logam berat tertentu dan total Fluorin, maupun zat lain yang beracun bagi lingkungan atau manusia, sebagaimana didefinisikan dalam AS 5810.</p>
<b>Laut</b>	DIN CERTCO	DIN-Geprüft Biodegradable in Marine Environment	ISO 22403	<p>Konversi menjadi CO<sub>2</sub> ≥90% dalam waktu maksimal 24 bulan pada suhu ruangan (15–25 °C) dengan mengikuti salah satu metode pengujian berikut: ISO 18830, ISO 19679, ISO 22404, ASTM D6691, ISO 23977-1, atau ISO 23997-2.</p> <p>Masing-masing bahan organik yang terdapat dalam konsentrasi antara 1%–15% berdasarkan berat kering harus diuji secara individual mengenai kemampuan penguraiannya secara hayati.</p> <p>Bahan-bahan dengan persentase di bawah 1% dari berat kering tidak perlu diuji kemampuan penguraiannya secara hayati, kecuali jika jumlah total bahan-bahan tersebut mencapai &gt;5% dari berat kering.</p>	<p>Tidak ada persyaratan disintegrasi yang disertakan. Tingkat disintegrasi hanya ditentukan untuk memberikan indikasi umur produk akhir dalam kondisi optimal di lingkungan laut.</p> <p>Pengujian harus dilakukan sesuai dengan ISO 23832 pada suhu ruangan (15–25 °C).</p>	<p>≤10% penghambatan alga laut dibandingkan dengan kontrol, sesuai dengan ISO 10253.</p> <p>Tingkat kematian Copepoda ≤10% dibandingkan dengan kontrol, sesuai dengan ISO 14669.</p> <p>≥90% bioluminesensi <i>Vibrio fischeri</i> dibandingkan dengan kontrol, sesuai dengan ISO 11348-3.</p> <p>Produk tidak boleh melebihi batas yang ditetapkan untuk logam berat tertentu dan total Fluorin, maupun zat lain yang beracun bagi lingkungan atau manusia, sebagaimana didefinisikan dalam ISO 22403.</p> <p>Zat poli- dan perfluoroalkil (PFAS) tidak boleh ditambahkan secara sengaja.</p> <p>Zat-zat yang tercantum dalam daftar Zat yang Sangat Berbahaya (untuk kandidat) tidak diterima.</p>

Lingkungan	Penerbit	Nama	Spesifikasi standar	Persyaratan biodegradasi	Persyaratan disintegrasi	Persyaratan tentang keselamatan lingkungan
Laut	TÜV Austria	OK Biodegradable MARINE	Skema sertifikasi ini tidak didasarkan pada atau berasal dari spesifikasi standar yang ada, melainkan merupakan skema yang dikembangkan secara pribadi.	Konversi menjadi CO <sub>2</sub> ≥90% dalam waktu maksimal enam bulan pada suhu ruangan (30 °C) sesuai dengan ASTM D6691.  Bahan-bahan dengan persentase di bawah 1% dari berat kering tidak perlu diuji kemampuan penguraiannya secara hayati, kecuali jika jumlah total bahan-bahan tersebut mencapai >5% dari berat kering.	≥90% material harus terurai menjadi <2 mm dalam waktu maksimal 84 hari pada suhu ruangan (30 °C) sesuai dengan metode pengujian yang dikembangkan oleh TÜV Austria.	Tidak ada efek negatif pada mobilitas ≥90% Daphnia dibandingkan dengan kontrol, sesuai dengan OECD 202.  Produk tidak boleh melebihi batas yang ditetapkan untuk logam berat tertentu dan total Fluorin, maupun zat lain yang beracun bagi lingkungan atau manusia, sebagaimana didefinisikan dalam EN 13432.  Bahan-bahan dengan kadar di bawah 0,1% berdasarkan berat kering tidak perlu diuji ekotoksitasnya, kecuali jika jumlah total bahan-bahan tersebut mencapai >0,5% berat kering.  Zat-zat yang tercantum dalam daftar Zat yang Sangat Berbahaya (untuk kandidat) tidak diterima.
Air segar	TÜV Austria	OK Biodegradable WATER	EN 13432, dengan adaptasi untuk mencerminkan kondisi air tawar.	Konversi ≥90% menjadi CO <sub>2</sub> dalam waktu maksimal 56 hari pada suhu ruangan (20–25 °C) sesuai dengan ISO 14851 atau ISO 14852.  Bahan-bahan dengan persentase di bawah 1% dari berat kering tidak perlu diuji kemampuan penguraiannya secara hayati, kecuali jika jumlah total bahan-bahan tersebut mencapai >5% dari berat kering.	Tidak ada persyaratan disintegrasi yang disertakan.	Produk tidak boleh melebihi batas yang ditetapkan untuk logam berat tertentu dan total Fluorin, maupun zat lain yang beracun bagi lingkungan atau manusia, sebagaimana didefinisikan dalam EN 13432.  Zat-zat yang Sangat Berisiko (Lampiran XIV atau REACH) tidak diterima.

Lingkungan	Penerbit	Nama	Spesifikasi standar	Persyaratan biodegradasi	Persyaratan disintegrasi	Persyaratan tentang keselamatan lingkungan
Tanah	TÜV Austria	OK Biodegradable SOIL	EN 13432, dengan adaptasi untuk mencerminkan kondisi tanah.	Konversi menjadi CO <sub>2</sub> ≥90% dalam waktu maksimal 24 bulan pada suhu ruangan (20–25 °C) sesuai dengan ISO 17556.	Tidak ada persyaratan disintegrasi. Namun, komponen yang mengandung risiko kontaminasi visual yang jelas tidak diterima.	<p>Tingkat perkecambah dan hasil biomassa ≥90% dibandingkan dengan kontrol, untuk dua spesies tanaman, sesuai dengan standar OECD 208.</p> <p>Bahan-bahan dengan kadar di bawah 0,1% berdasarkan berat kering tidak perlu diuji ekotoksitasnya, kecuali jika jumlah total bahan-bahan tersebut mencapai &gt;0,5% berat kering.</p> <p>Produk tidak boleh melebihi batas yang ditetapkan untuk logam berat tertentu dan total Fluorin, maupun zat lain yang beracun bagi lingkungan atau manusia, sebagaimana didefinisikan dalam EN 13432.</p> <p>Diperlukan pernyataan diri mengenai penggunaan bahan kimia per-fluorinasi atau fluorinasi yang tidak disengaja.</p> <p>Zat-zat yang tercantum dalam daftar Zat yang Sangat Berbahaya (untuk kandidat) tidak diterima.</p>
	DIN CERTCO	DIN-Geprüft Biodegradable in Soil	EN 17033 & ISO 23517	<p>Konversi menjadi CO<sub>2</sub> ≥90% dalam waktu maksimal 24 bulan pada suhu ruangan (20–28 °C) sesuai dengan ISO 17556.</p> <p>Masing-masing bahan organik yang terdapat dalam konsentrasi antara 1%-15% berdasarkan berat kering harus diuji secara individual mengenai kemampuan penguraiannya secara hayati (spesifik ISO 23517).</p> <p>Bahan-bahan dengan kandungan kurang dari 1% berat kering tidak perlu diuji biodegradabilitasnya, kecuali jika jumlah kandungan bahan-bahan tersebut mencapai &gt;5% berat kering (EN 17033) atau &gt;3% berat kering (ISO 23517).</p>	Tidak ada persyaratan disintegrasi.	<p>Tingkat perkecambah dan hasil biomassa ≥90% dibandingkan dengan kontrol, untuk dua spesies tanaman, sesuai dengan standar OECD 208.</p> <p>Tingkat kelangsungan hidup dan hasil biomassa ≥90% dibandingkan dengan kontrol untuk cacing tanah, sesuai dengan ISO 11268-1.</p> <p>Penghambatan nitrifikasi ≥80% untuk bakteri, sesuai dengan ISO 15685.</p> <p>Produk tidak boleh melebihi batas yang ditetapkan untuk logam berat tertentu dan total Fluorin, maupun zat lain yang beracun bagi lingkungan atau manusia, sebagaimana didefinisikan dalam EN 17033 dan/atau ISO 23517.</p> <p>Diperlukan pernyataan diri mengenai penggunaan bahan kimia per-fluorinasi atau fluorinasi yang tidak disengaja.</p> <p>Zat-zat yang tercantum dalam daftar Zat yang Sangat Berbahaya (untuk kandidat) tidak diterima.</p>

Lingkungan	Penerbit	Nama	Spesifikasi standar	Persyaratan biodegradasi	Persyaratan disintegrasi	Persyaratan tentang keselamatan lingkungan
Tanah	ABA	Verifikasi Biodegradabilitas Tanah	ISO 23517	<p>Konversi menjadi CO<sub>2</sub> ≥90% dalam waktu maksimal 24 bulan pada suhu ruangan (20–28 °C) sesuai dengan ISO 17556.</p> <p>Masing-masing bahan organik yang terdapat dalam konsentrasi antara 1%–15% berdasarkan berat kering harus diuji secara individual mengenai kemampuan penguraiannya secara hayati.</p> <p>Bahan-bahan dengan persentase di bawah 1% dari berat kering tidak perlu diuji kemampuan penguraiannya secara hayati, kecuali jika jumlah total bahan-bahan tersebut mencapai &gt;3% dari berat kering.</p>	Tidak ada persyaratan disintegrasi.	<p>Tingkat perkecambah dan hasil biomassa ≥90% dibandingkan dengan kontrol, untuk dua spesies tanaman, sesuai dengan standar OECD 208.</p> <p>Tingkat kelangsungan hidup dan hasil biomassa ≥90% dibandingkan dengan kontrol untuk cacing tanah, sesuai dengan ISO 11268-1.</p> <p>Penghambatan nitrifikasi ≥80% untuk bakteri, sesuai dengan ISO 15685.</p> <p>Produk tidak boleh melebihi batas yang ditetapkan untuk logam berat tertentu dan total Fluorin, maupun zat lain yang beracun bagi lingkungan atau manusia, sebagaimana didefinisikan dalam ISO 23517.</p> <p>Diperlukan pernyataan diri mengenai penggunaan bahan kimia per-fluorinasi atau fluorinasi yang tidak disengaja.</p> <p>Zat-zat yang tercantum dalam daftar Zat yang Sangat Berbahaya (untuk kandidat) tidak diterima.</p>

**TIM INTI****Laura Smith**

Manajer Program, Plastik

**Sander Defruyt**

Pemimpin Strategi, Plastik

**Rob Opsomer**

Pimpinan Eksekutif, Plastik

**Laura Collacott**

Konsultan Editorial

**Nora Pelizzari**

Pemimpin Redaksi

**Matt Barber**

Desainer Grafis

**TIM YANG LEBIH LUAS****Veronika Lundberg**

Freelancer, Plastik

**Leo Nutter**

Manajer Produk Senior, Strategi (AI & Teknologi)

**Isobel Pinckston**

Konsultan Editorial

**Neil Amos**

Manajer Program Digital  
Komunikasi (Konten dan Penyampaian)

**Sofia Voudouoglou**

Eksekutif Komunikasi Strategis Senior, Komunikasi

**Gabriella Hewitt**

Manajer Komunikasi Strategis Senior, Departemen  
Komunikasi

**Molly Jia**

Manajer Proyek, Tiongkok

**Guilherme Suertegaray**

Manajer Proyek Senior, Amerika Latin

**Marianne Kettunen**

Pemimpin Keanekaragaman Hayati

**Gilone Traub**

Manajer Kemitraan

## **TENTANG YAYASAN ELLEN MACARTHUR**

Ellen MacArthur Foundation adalah badan amal internasional yang mengembangkan dan mempromosikan ekonomi sirkular untuk mengatasi beberapa tantangan terbesar di zaman kita, seperti perubahan iklim, hilangnya keanekaragaman hayati, limbah, dan polusi. Kami bekerja sama dengan jaringan pengambil keputusan di sektor swasta dan publik, serta akademisi, untuk membangun kapasitas, mengeksplorasi peluang kolaborasi, dan merancang serta mengembangkan inisiatif dan solusi ekonomi sirkular. Ekonomi sirkular, yang semakin berbasis pada energi terbarukan, didorong oleh desain untuk menghilangkan limbah, mengedarkan produk dan material, serta meregenerasi alam, untuk menciptakan ketahanan dan kemakmuran bagi bisnis, lingkungan, dan masyarakat.

Informasi lebih lanjut:  
[ellenmacarthurfoundation.org](http://ellenmacarthurfoundation.org)

## **PENAFIAN**

Makalah ini diproduksi oleh Yayasan Ellen MacArthur (Yayasan). Yayasan telah berhati-hati dan teliti dalam menyiapkan makalah ini, berdasarkan informasi yang diyakininya dapat diandalkan, tetapi tidak memberikan pernyataan dan jaminan, kepastian, atau janji apa pun (tersurat maupun tersirat) sehubungan dengan makalah ini atau isinya (mengenai keakuratan, kelengkapan, kualitas, kesesuaian untuk tujuan apa pun, kepatuhan terhadap hukum, atau hal lainnya). Yayasan ini tidak memantau atau memoderasi situs web atau sumber daya eksternal apa pun yang ditautkan atau dirujuk dalam makalah ini. Makalah ini tidak dimaksudkan untuk bersifat komprehensif dan tidak satu pun dari isinya dapat ditafsirkan sebagai nasihat atau persyaratan dalam bentuk apa pun. Segala bentuk ketergantungan pada informasi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab dan risiko pembaca sendiri.

Sejauh yang diizinkan oleh hukum yang berlaku, Yayasan, setiap entitas dalam kelompoknya dan setiap badan amal terkaitnya serta masing-masing karyawan, pekerja, pejabat, agen, dan perwakilannya sepenuhnya menolak semua tanggung jawab atas kerugian atau kerusakan apa pun (baik langsung maupun tidak langsung dan baik berdasarkan kontrak, perbuatan melawan hukum, pelanggaran kewajiban hukum, atau lainnya) yang timbul berdasarkan atau sehubungan dengan dokumen ini atau isinya.

Yayasan ini bukanlah pemasok, atau berafiliasi dengan, dan tidak merekomendasikan atau mendukung pihak ketiga mana pun atau produk atau layanan yang disebutkan dalam makalah ini.

- 1 Total ekspor diperkirakan mencapai 3,5 juta ton per tahun, di mana 5-10% di antaranya diperkirakan salah kelola. Sumber: Pew Charitable Trusts, [Breaking the Plastic Wave](#) (2020)
- 2 Asia Pasifik adalah pasar kemasan plastik fleksibel dengan pertumbuhan tercepat. Sumber: Grand View Research, [Flexible Packaging Market \(2026-2033\)](#) (2025)
- 3 Laporan ini tidak menilai bisnis-ke-bisnis, kemasan sekunder, atau tersier, maupun format kemasan fleksibel yang lebih besar, karena format-format ini mengikuti jalur akhir masa pakai yang berbeda dan menghadapi dinamika pengumpulan yang berbeda
- 4 Ukuran A5 adalah 14,8 cm x 21,0 cm. Kemasan berukuran A5 atau lebih kecil mencakup 92% dari total polusi saset plastik fleksibel yang diaudit oleh Break Free From Plastic (Sumber: [Break Free From Plastic, Branded: The Sachet Scourge In Asia](#) [2024]); 75% unit FMCG dijual dalam kemasan <50 ml atau <50 g di India (Sumber: [India Plastics Pact, Small formats and sachets: exploring challenges, solutions and interventions](#) [2024]); 52% dari limbah plastik sisa bermerek di Filipina adalah saset (Sumber: [Global Alliance for Incinerator Alternatives, 'Sachet Economy: Big Problems in Small Packets](#) [2019]); kemasan makanan plastik, yang biasanya berukuran kecil, menyumbang 33% sampah makro di Indonesia (Sumber: [Plastics in Indonesian Societies \[PISCES\] A System Analytics Approach to Reduce Plastic Pollution](#) [2024])
- 5 Berdasarkan data pasar kemasan plastik Wood MacKenzie
- 6 80% berdasarkan berat. Sumber: Pew Charitable Trusts, [Breaking the Plastic Wave](#) (2020)
- 7 Lihat bagian 'Enam kriteria penting' untuk definisi dan batasan yang lebih rinci. Catatan: ini harus berlaku untuk seluruh kemasan, termasuk semua komponennya (lapisan dalam, tinta, bahan tambahan, dll.
- 8 Produksi kertas dan produk serat berumur pendek lainnya sudah mencakup hampir seperlima dari total penebangan kayu. Sumber: FAOSTAT, [Forestry Production and Trade](#) (2025). Hingga separuh dari seluruh bubur kayu murni yang digunakan untuk pembuatan kertas mungkin berasal dari hutan purba dan terancam punah. Sumber: [Forestry Stewardship Council \(FSC\), FSC Support to Respect for Human Rights](#) (2019). Degradasi di dalam hutan yang dikelola juga mengurangi tutupan hutan tua dan mendorong hilangnya keanekaragaman hayati. Sumber: [Mackey, B., dkk., Assessing the Cumulative Impacts of Forest Management on Forest Age Structure Development and Woodland Caribou Habitat in Boreal Landscapes: A Case Study from Two Canadian Provinces, Land](#) (2024). Lihat bagian 'Alternatif berbasis kertas memiliki potensi manfaat, keterbatasan, dan risiko' untuk detail selengkapnya.
- 9 Kecepatan dan kelayakan kemajuan akan berbeda-beda tergantung pada jenis produk dan kemasan, letak geografis, dan kematangan rantai pasokan. Sebagai contoh, produk cair memiliki kebutuhan pengemasan teknis yang sangat berbeda dibandingkan dengan produk padat.
- 10 Langkah-langkah sementara dengan kemasan yang belum memenuhi keenam kriteria penting (misalnya, kemasan yang belum dapat didaur ulang dan terurai secara alami) akan memungkinkan pengujian bagaimana kemasan berbahan dasar kertas berperilaku dalam produksi skala besar, di seluruh rantai pasokan, dan dalam hal penerimaan konsumen. Langkah-langkah tersebut juga akan memungkinkan investasi dalam penyesuaian mesin dan rantai pasokan, seiring dengan kemajuan inovasi pengemasan.
- 11 Kelayakan bergantung pada faktor-faktor seperti logistik, peraturan, serta kelayakan teknis dan komersial. Dalam banyak kasus, hal ini akan membutuhkan kerja sama antara industri dan kebijakan.
- 12 Singh, R., dkk., [Buying less, more often: An evaluation of sachet marketing strategy in an emerging market](#), *The Marketing Review* (2009)
- 13 Menurut data survei yang dilaporkan oleh Social Weather Stations 2018 Survey Report on Plastic Pollution: Third Quarter 2018 Social Weather Survey. Sumber: [Global Alliance for Incinerator Alternatives \(GAIA\), Sachet Economy: Big Problems in Small Packets](#) (2020)
- 14 Selai dan susu bubuk dalam kemasan 500 g terjual lebih banyak daripada yang dalam kemasan saset Sumber: Singh, R., et al., [Buying less, more often: An evaluation of sachet marketing strategy in an emerging market](#), *The Marketing Review* (2009)
- 15 Ellen MacArthur Foundation, [Reuse: rethinking packaging](#) (2019)
- 16 WWF and Ellen MacArthur Foundation, [Reuse in the Global South: Case Studies](#) (2025)
- 17 Lihat Kasus 1: Membuang sampah plastik pembungkus permen sembarangan. Brouwer, M. T., et al., [A predictive model to assess the accumulation of microplastics in the natural environment](#), *Science of The Total Environment*, Volume 957 (2024)
- 18 Colwell, J., et al., [Hazardous state lifetimes of biodegradable plastics in natural environments](#), *Science of the Total Environment*, Volume 894 (2023)
- 19 [Plastics in Indonesian Societies \(PISCES\), A System Analytics Approach to Reduce Plastic Pollution](#) (2024)
- 20 Meskipun pengujian laboratorium dapat menunjukkan biodegradasi penuh dalam kondisi spesifik di lingkungan laut (ISO 22403), tanah (ISO 23517) dan pengomposan rumah tangga (EN 17427), hal ini tidak menjamin bahwa biodegradasi penuh akan diperoleh di semua lingkungan laut atau semua lingkungan tanah di seluruh dunia. Sebagai contoh, kondisi di Samudra Atlantik berbeda dengan kondisi di hutan bakau.
- 21 Meskipun pengomposan rumah tangga itu sendiri memiliki keterbatasan, kepatuhan terhadap standar pengomposan rumah tangga memberikan indikator untuk mengurangi dampak jika terjadi kebocoran. Untuk detail selengkapnya, lihat bagian 'Menghindari bahan kimia berbahaya dan polusi plastik yang persisten'.
- 22 Peraturan Produk Pupuk Uni Eropa dan Peraturan REACH Uni Eropa menetapkan preseden untuk menerapkan metode uji biodegradasi yang diakui ISO yang terkait dengan tingkat lulus/gagal sebagai kriteria untuk mengurangi risiko lingkungan. Peraturan Delegasi Komisi (UE) 2024/2770 tanggal 15 Juli 2024 yang mengubah Peraturan (UE) 2019/1009 Parlemen Eropa dan Dewan mengenai kriteria biodegradabilitas untuk bahan pelapis dan polimer penahan air,,  
[Peraturan Komisi \(UE\) 2023/2055 tanggal 25 September 2023 yang mengubah Lampiran XVII Peraturan \(EC\) No 1907/2006 Parlemen Eropa dan Dewan mengenai Pendaftaran, Evaluasi, Otorisasi, dan Pembatasan Bahan Kimia \(REACH\) mengenai mikropartikel polimer sintesis](#)
- 23 Dilkes-Hoffman, L., et al., [Do biodegradable plastics increase public acceptance of littering?](#) *Environmental Research Communications* (2024)
- 24 Loughran, S., [A quantitative study to assess Liverpool John Moores University students' attitudes towards littering and their perceptions of different types of litter](#), *Public Health Institute Journal* (2022)
- 25 Lihat Kasus 1: Membuang sampah plastik pembungkus permen sembarangan. Brouwer, M. T., et al., [A predictive model to assess the accumulation of microplastics in the natural environment](#), *Science of The Total Environment*, Volume 957, (2024)
- 26 Seperti yang ditunjukkan oleh Dilkes-Hoffman, L., et al., [Do biodegradable plastics increase public acceptance of littering?](#) *Environmental Research Communications* (2024) and Loughran, S., [A quantitative study to assess Liverpool John Moores University students' attitudes towards littering and their perceptions of different types of litter](#), *Public Health Institute Journal* (2022)

- 27 Brouwer, M. T., et al., A predictive model to assess the accumulation of microplastics in the natural environment, Science of The Total Environment (2024)
- 28 Systemiq, APEKSI, and APKASI, Producer Responsibility in Indonesia: What to know, what stakeholders think, and what could happen next (2021)
- 29 Meskipun saat ini tidak banyak stiker fleksibel berbahan kertas berukuran kecil di pasaran, bukti dari India menunjukkan bahwa kotak korek api dupleks yang banyak digunakan, yang ukurannya dan bahannya sebanding dengan stiker fleksibel kertas berlapis, tidak masuk ke aliran daur ulang
- 30 Consumer Goods Forum Plastic Waste Coalition of Action (2025)
- 31 Consumer Goods Forum Plastic Waste Coalition of Action (2025)
- 32 40% kertas dan karton daur ulang di India bersumber dari kertas bekas impor. Sumber: Chaudhary, U., Paper Waste Recycling in India: Current Scenario and Future Prospects, IPPTA: Quarterly Journal of Indian Pulp and Paper Technical Association (2023)
- 33 Sekitar 50% kertas dan karton daur ulang di Indonesia bersumber dari kertas bekas impor. Sumber: Romas, S., and Martini, S., Recycling paper industry: Analysis of raw material consumption in Indonesia, IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (2021)
- 34 Hal ini didasarkan pada persentase bahan baku yang dapat ditoleransi oleh pabrik dupleks dari kertas fleksibel berlapis/ dilaminasi dan proyeksi tingkat pertumbuhan industri. Diasumsikan bahwa pabrik bisa mendapatkan bahan baku limbah dengan harga murah. Di pabrik dupleks, limbah kertas biasanya didaur ulang menjadi kertas daur ulang berkualitas rendah yang tidak diperuntukkan bagi kemasan makanan. Sumber: Consumer Goods Forum Plastic Waste Coalition of Action (2025)
- 35 Ellen MacArthur Foundation, Plastic flexibles: Design and recycling in the formal sector (2022)
- 36 Gandhar, J., Just Recycling: A Closer Look At Plastic Recycling in India Kashtakari Panchayat (2025)
- 37 Di banyak wilayah, pengumpulan kertas informal terhenti selama periode ini: proses daur ulang yang bergantung pada penerangan matahari tidak dapat beroperasi, kelembapan menurunkan nilai kertas, dan biaya pengumpulan kertas yang hancur dan lebih berat meningkat.
- 38 The Times of India, Delhi likely to have 200 zero waste colonies by May 2027 (2025)
- 39 Natural Resources Institute Finland, Preliminary data from the greenhouse gas inventory for 2023: Hutan telah berubah menjadi sumber emisi karena penyerapan karbon oleh pepohonan tidak lagi cukup untuk menutupi emisi dari tanah hutan (2025)
- 40 Bysouth, D., et al., High emissions or carbon neutral? Penyertaan penyerap karbon "antropogenik" di hutan menyebabkan kurangnya pelaporan emisi kehutanan, Forests and Global Change (2024)
- 41 Komentar dari Dr. Hatma Suryatmojo, Peneliti Hidrologi dan Konservasi Daerah Aliran Sungai. Sumber: Universitas Gadjah Mada, Ahli dari UGM: Severe Sumatra Flash Floods Driven by Upper Watershed Forest Degradation (2025)
- 42 Canopy, Paper Thin Comfort - Wood Fibre Risk in a Finite Forest World (2026)
- 43 Asosiasi Tanah, Kehutanan regeneratif: Forestry and forests for the future (2022)
- 44 Sebagai contoh, sistem pengelolaan hutan mosaik Klabin di Brasil menyelingi perkebunan komersial dengan hutan asli yang dilestarikan untuk menjamin produktivitas jangka panjang dan ketersediaan air. Sistem ini menangkap 14 juta ton CO<sub>2</sub> pada tahun 2024 dan mendukung keanekaragaman hayati dengan meregenerasi ekosistem lahan yang terdegradasi.
- 45 Beck-O'Brien, M., et al., Everything from wood - The resource of the future or the next crisis? How footprints, benchmarks and targets can support a balanced bioeconomy transition, WWF Germany (2022)
- 46 Sims, M. J., et al., Global Drivers of Forest Loss at 1km Resolution, Environmental Research Letters (2025)
- 47 Peng, L., et al., The carbon costs of global wood harvests, Nature (2023)
- 48 FAOSTAT, Forestry Production and Trade. Pembaruan 2025, (2025)
- 49 Pertumbuhan tahunan majemuk (CAGR) sebesar 2% diproyeksikan hingga tahun 2040. Sumber: Consumer Goods Forum Plastic Waste Coalition of Action (2025) based on Systemiq Analysis, Timberland Investment Group, Fastmarket, Grand View Research, Statista
- 50 Dengan asumsi kemasan berbahan dasar kertas 1,35 kali lebih berat, yang berarti akan ada tambahan permintaan kertas sebesar 25 juta ton. Pasokan pulp bersertifikat diperkirakan mencapai 125 ton, berdasarkan sumber yang dipublikasikan terbaru tahun 2023, dengan asumsi perbedaan antara tahun 2023-2025 dapat diabaikan. Sumber: Consumer Goods Forum Plastic Waste Coalition of Action (2025), berdasarkan pada Systemiq Analysis, Breaking the Plastic Wave Report, Timberland Investment Group, Fastmarket, Research & Market, Statista, Plastics Europe
- 51 Canopy, Survival: A Plan for Saving Forests and Climate (2020)
- 52 Angka ini mewakili sektor kehutanan kayu bulat secara keseluruhan dan tidak spesifik untuk aplikasi pengemasan.
- 53 FSC, FSC Support to Respect for Human Rights (2019)
- 54 Malcolm, J. R., et al., Forest harvesting and the carbon debt in boreal east-central Canada, Climatic Change (2020)
- 55 Bouchard, M., and Pothier, D., Long-term influence of fire and harvesting on boreal forest age structure and forest composition in eastern Québec, Forest Ecology and Management (2011)
- 56 Mackey, B., et al., Assessing the Cumulative Impacts of Forest Management on Forest Age Structure Development and Woodland Caribou Habitat in Boreal Landscapes: A Case Study from Two Canadian Provinces, Land (2024)
- 57 Kuuluvainen, T., and Gauthier, S., Young and old forest in the boreal: Critical stages of ecosystem dynamics and management under global change, Forest Ecosystems (2018)
- 58 Luas lahan bersertifikat mencapai 150 juta hektar pada tahun 2012. Sumber: FSC, Sejarah kami; Area bersertifikat seluas 160 juta hektar pada tahun 2025. Sumber: Fakta dan Angka FSC (Agustus 2025) Facts and Figures
- 59 Forum Barang Konsumen Koalisi Aksi Limbah Plastik (2025), berdasarkan Analisis Systemiq, Timberland Investment Group, Fastmarket, Riset & Pasar
- 60 Global Canopy, Companies profit, forests fall: everyone pays the price - Forest 500 Report 2025 (2025)

- 61 Roundtable on Sustainable Biomaterials dianggap sebagai sistem sertifikasi terkuat di antara sistem-sistem yang ditinjau oleh beberapa studi independen. Sumber: United Nations Environment Programme and Consumers International, [Can I Recycle This?](#) "A Global Mapping and Assessment of Standards, Labels and Claims on Plastic Packaging (2020); WWF Germany [Water risk in agricultural supply chains: How well are sustainability standards covering water stewardship - A Progress Report \(2017\)](#); [Implementierung von Nachhaltigkeitskriterien für die stoffliche Nutzung von Biomasse im Rahmen des Blauen Engel \(2019\)](#)
- 62 Untuk gambaran umum mengenai hal ini, lihat: OECD, [Environmental Outlook on the Triple Planetary Crisis: Stakes, Evolution and Policy Linkages \(2025\)](#)
- 63 Perkiraan konsumsi air dalam produksi plastik berkisar dari <1 kg per kg plastik hingga 43 kg per kg. Sumber: Fröhlich, T., et al., [Eco-profiles and Environmental Product Declarations of the European Plastics Manufacturers, High-density Polyethylene \(HDPE\), Low-density Polyethylene \(LDPE\), Linear Low-density Polyethylene \(LLDPE\) Plastics Europe \(2014\)](#); Korol, J., et al., [Water Footprint Assessment of Selected Polymers, Polymer Blends, Composites, and Biocomposites for Industrial Application, Polymers \(2019\)](#)
- 64 Industri pulp dan kertas mengonsumsi 10-300 kg air per kg produksi. Sumber: Esmaeili, A., and Sarrafzadeh, M., H., [Reducing freshwater consumption in pulp and paper industries using pinch analysis and mathematical optimization, Journal of Water Process Engineering \(2023\)](#)
- 65 Pernyataan dari Asosiasi Produsen Kertas India. Sumber: Economic Times, [Paper, paperboard imports up 34pc in FY24 on higher supplies from ASEAN bloc: IPMA \(2023\)](#)
- 66 Faktor emisi BEIS (2025)
- 67 Berdasarkan faktor emisi BEIS 2025, dengan asumsi 60% ditimbun di tempat pembuangan akhir dan 40% dibakar.
- 68 Canopy, [Taking the Pressure Off Irreplaceable Forests \(2024\)](#)
- 69 Berdasarkan faktor emisi BEIS 2025
- 70 Metana adalah gas rumah kaca yang sangat kuat dengan potensi pemanasan global 28-36 kali lebih tinggi daripada karbon dioksida dalam jangka waktu 100 tahun. Sumber: IEA, [Methane and Climate Change \(2021\)](#)
- 71 Ghosh, S., [Tracking methane emissions for mitigation \[Pelacakan emisi metana untuk mitigasi\], Mongabay \(2022\)](#)
- 72 Dengan asumsi emisi produksi yang serupa, tingkat daur ulang yang dapat diabaikan, dan mempertimbangkan berat kertas yang lebih tinggi. Untuk keperluan pemodelan, emisi dari kebocoran diasumsikan nol. Pemodelan berbasis data teknis menggunakan faktor emisi BEIS 2025, dinilai untuk skenario di mana emisi GHG dari hulu ke hilir setara untuk barang kemasan fleksibel berbahan dasar kertas dan plastik.
- 73 Emisi gas rumah kaca (GRK) sangat bervariasi antara produsen dan wilayah, dengan banyak faktor yang berperan. Hal ini tidak boleh menggantikan penilaian rinci kasus per kasus.
- 74 Berdasarkan faktor emisi BEIS 2025, dengan asumsi 60% ditimbun di tempat pembuangan akhir dan 40% dibakar.
- 75 Pemodelan meja menggunakan faktor emisi akhir masa pakai seperti di atas, dinilai untuk skenario di mana emisi GHG dari awal hingga akhir setara untuk barang kemasan fleksibel berbahan dasar kertas dan plastik.
- 76 Zhang, Y., et al., [How climate change and eutrophication interact with microplastic pollution and sediment resuspension in shallow lakes: A review, Science of The Total Environment \(2020\)](#)
- 77 Yuan, H., et al., [Correlation Between Microplastics Pollution and Eutrophication in the Near Shore Waters of Dianchi Lake, Environmental Science \(2021\)](#)
- 78 Sebagai contoh, LCA pihak ketiga yang diberikan untuk European Paper Packaging Alliance (2022) yang menilai peralatan makan sekali pakai berbahan kertas di Uni Eropa menemukan bahwa lebih dari 80% dari total dampak berasal dari lima kategori yang tidak termasuk eutrofikasi (tidak termasuk kategori dampak toksisitas).
- 79 Wawancara ahli (2025)
- 80 Food Packaging Forum, [FCCmigex Database \(2025\)](#)
- 81 Zimmermann, L., et al., [Implementing the EU Chemicals Strategy for Sustainability: The case of food contact chemicals of concern, Journal of Hazardous Materials \(2022\)](#)
- 82 Simantiris, N., [Single-use plastic or paper products? A dilemma that requires societal change, Cleaner Waste Systems \(2024\)](#)
- 83 Sebagai contoh, produk cair memiliki kebutuhan pengemasan teknis yang sangat berbeda dibandingkan dengan produk padat
- 84 Langkah-langkah sementara dengan kemasan yang belum memenuhi keenam kriteria penting (misalnya, kemasan yang belum dapat didaur ulang dan terurai secara hayati) akan memungkinkan pengujian bagaimana kemasan berbahan dasar kertas berperilaku dalam produksi skala besar, di seluruh rantai pasokan, dan dalam hal penerimaan konsumen. Langkah-langkah tersebut juga akan memungkinkan investasi dalam penyesuaian mesin dan rantai pasokan, seiring dengan kemajuan inovasi pengemasan.
- 86 Penggunaan serat non-kayu dan konten daur ulang dalam aplikasi kemasan fleksibel masih terbatas karena panjang dan kekuatan serat. Namun, penggunaan serat-serat ini dalam aplikasi yang tidak fleksibel dapat mengimbangi potensi peningkatan penggunaan serat kayu murni dalam aplikasi yang fleksibel.
- 87 Roundtable on Sustainable Biomaterials, [RSB Principles & Criteria \(2025\)](#)
- 88 Penggunaan FSC lebih disukai, karena dianggap cukup kuat untuk memastikan nilai-nilai sosial dan ekologis tetap terjaga di hutan. Karena dianggap cukup kuat untuk memastikan nilai-nilai sosial dan ekologis tetap terjaga di hutan. Untuk perbandingan yang lebih rinci antara FSC dengan Program Pengesahan Sertifikasi Hutan, lihat: Canopy, [Forest Certification Comparison \(2024\)](#)
- 85 Canopy, [Taking the pressure off irreplaceable forests: Climate-smart solutions for paper, packaging, and textile fibres \(2024\)](#)
- 89 Karbon biogenik adalah karbon yang diserap, disimpan, dan dilepaskan dari sumber biologis, dalam hal ini karbon yang diserap dan disimpan oleh tumbuhan yang digunakan untuk serat kertas. Beberapa metode penilaian siklus hidup mengasumsikan karbon biogenik bersifat netral karbon, yaitu karbon yang dilepaskan ketika serat dibakar atau terurai secara hayati sama dengan karbon yang diserap dari udara selama pertumbuhan tanaman. Namun, penilaian siklus hidup yang lebih kuat memperhitungkan bahwa karbon yang tersimpan di dalam atau hilang dari biomassa hutan dan tanah dari waktu ke waktu selama pertumbuhan tanaman dan panen sangat berbeda tergantung pada praktik pengelolaan hutan yang digunakan. Mengabaikan potensi kehilangan karbon selama pertumbuhan dan panen tanaman dapat meremehkan emisi gas rumah kaca (GRK) bersih dari siklus hidup produk hutan hingga 75-92%. Sumber: Canopy, [Taking the Pressure Off Irreplaceable Forests \(2024\)](#)
- 90 Tahmasebi, A., et al., [Techno-economic comparison of two hydroxyl and sulfate radicals based advanced oxidation process for enhancing biodegradability of pulp and paper mill wastewater, Chemical Engineering Science, Volume 293, \(2024\)](#)

- 91 [Kuzma, S., et al., 25 Countries, Housing One-Quarter of the Population, Face Extremely High Water Stress, World Resource Institute \(2023\)](#)
- 92 Sebagai contoh, pabrik-pabrik di Asia Selatan dan Asia Tenggara sering beroperasi dengan teknologi penyaringan yang lebih rendah dan lebih sensitif terhadap kelembapan dan lapisan, serta mungkin bergantung pada kondisi air dan pengeringan yang lebih terbatas. Banyak pabrik bergantung sebagian pada pengeringan dengan sinar matahari selama beberapa bagian tahun.
- 93 Consumer Goods Forum Plastic Waste Coalition of Action (2025)
- 94 Meskipun pengomposan rumah tangga itu sendiri terbatas, dan bukan hasil akhir yang ditargetkan, kepatuhan terhadap standar pengomposan rumah tangga, bersama dengan standar lain yang tercantum, memberikan indikator untuk mengurangi dampak jika terjadi kebocoran.
- 95 [Peraturan Produk Pupuk Uni Eropa dan Peraturan REACH Uni Eropa menetapkan preseden untuk menerapkan metode uji biodegradasi yang diakui ISO yang terkait dengan tingkat lulus/gagal sebagai kriteria untuk mengurangi risiko lingkungan. Peraturan Delegasi Komisi \(UE\) 2024/2770 tanggal 15 Juli 2024 yang mengubah Peraturan \(UE\) 2019/1009 Parlemen Eropa dan Dewan mengenai kriteria biodegradabilitas untuk bahan pelapis dan polimer penahan air,](#)  
  
[Peraturan Komisi \(UE\) 2023/2055 tanggal 25 September 2023 yang mengubah Lampiran XVII Peraturan \(EC\) No 1907/2006 Parlemen Eropa dan Dewan mengenai Pendaftaran, Evaluasi, Otorisasi dan Pembatasan Bahan Kimia \(REACH\) mengenai mikropartikel polimer sintesis](#)
- 96 Studi awal juga menunjukkan bahwa beberapa konsumen mungkin lebih cenderung membuang kemasan di lingkungan terbuka jika mereka percaya kemasan tersebut akan terurai secara alami. Lihat bagian 'Kemasan fleksibel berbahan dasar kertas memiliki potensi manfaat, keterbatasan, dan risiko' untuk detail selengkapnya.
- 97 [Peraturan Produk Pupuk Uni Eropa dan Peraturan REACH Uni Eropa menetapkan preseden untuk menerapkan metode uji biodegradasi yang diakui ISO yang terkait dengan tingkat lulus/gagal sebagai kriteria untuk mengurangi risiko lingkungan. Peraturan Delegasi Komisi \(UE\) 2024/2770 tanggal 15 Juli 2024 yang mengubah Peraturan \(UE\) 2019/1009 Parlemen Eropa dan Dewan mengenai kriteria biodegradabilitas untuk bahan pelapis dan polimer penahan air,](#)
- [Peraturan Komisi \(UE\) 2023/2055 tanggal 25 September 2023 yang mengubah Lampiran XVII Peraturan \(EC\) No 1907/2006 Parlemen Eropa dan Dewan mengenai Pendaftaran, Evaluasi, Otorisasi dan Pembatasan Bahan Kimia \(REACH\) mengenai mikropartikel polimer sintesis](#)
- 98 Proyek percontohan yang efektif sebaiknya dipusatkan di beberapa negara untuk membangun bukti yang kuat, mencakup semua jenis material, menjadi bagian dari sistem pengelolaan limbah yang lebih luas, dan dirancang sesuai konteks lokal, termasuk sektor pengelolaan limbah informal.
- 99 [Pew Charitable Trusts, Breaking the Plastic Wave \(2020\)](#)
- 100 *ibid.*
- 101 Diadaptasi dari ISO 23517:2021
- 102 [Nova-Institute, Biodegradable Polymers in Various Environments According to Established Standards and Certification Schemes – Graphic, Nova-Institute \(2024\)](#)
- 103 Diadaptasi dari ISO 17088:2021
- 104 EN 17427:2022
- 105 Ambang batas yang menghindari destabilisasi siklus biologis yang mendasari sistem Bumi dan mengurangi risiko perubahan lingkungan yang tidak dapat dipulihkan.
- 106 [Peraturan Produk Pupuk Uni Eropa dan Peraturan REACH Uni Eropa menetapkan preseden untuk menerapkan metode uji biodegradasi yang diakui ISO yang terkait dengan tingkat lulus/gagal sebagai kriteria untuk mengurangi risiko lingkungan. Peraturan Delegasi Komisi \(UE\) 2024/2770 tanggal 15 Juli 2024 yang mengubah Peraturan \(UE\) 2019/1009 Parlemen Eropa dan Dewan mengenai kriteria biodegradabilitas untuk bahan pelapis dan polimer penahan air,](#)  
  
[Peraturan Komisi \(UE\) 2023/2055 tanggal 25 September 2023 yang mengubah Lampiran XVII Peraturan \(EC\) No 1907/2006 Parlemen Eropa dan Dewan mengenai Pendaftaran, Evaluasi, Otorisasi dan Pembatasan Bahan Kimia \(REACH\) mengenai mikropartikel polimer sintesis](#)



© HAK CIPTA 2026 YAYASAN ELLEN MACARTHUR

[www.ellenmacarthurfoundation.org](http://www.ellenmacarthurfoundation.org)

Nomor Registrasi Yayasan: 1130306

Nomor Registrasi OSCR: SC043120

Nomor Perusahaan: 6897785