



SOLUSI KEMASAN ALTERNATIF: HASIL EKSPERIMENTASI

WEBSITE kopernik.info

LINKEDIN [Kopernik](https://www.linkedin.com/company/kopernik)

FACEBOOK [@thekopernik](https://www.facebook.com/thekopernik)

INSTAGRAM [@kopernik.info](https://www.instagram.com/kopernik.info)



Sumber foto: Livingseas

LATAR BELAKANG MASALAH

Indonesia menghasilkan sekitar 6,8 juta ton sampah plastik per tahun, dan diprediksikan akan terus bertambah sebanyak 5% setiap tahunnya. Masuknya sampah plastik ke perairan Indonesia diproyeksikan meningkat sebesar 30%, dari 620.000 ton per tahun di 2017 menjadi sekitar 780.000 ton per tahun di 2025.¹

Jumlah plastik yang berhasil didaur ulang pun sangat kecil – secara global, hanya 9% dari seluruh plastik yang pernah diproduksi yang berhasil didaur ulang. Sisanya, 12% dibakar dan 79% terakumulasi di tempat pembuangan akhir atau di lingkungan.² Barang yang paling banyak ditemukan di lingkungan pada aktivitas pembersihan sampah adalah plastik pembungkus makanan, gelas dan botol plastik, kantong plastik, sedotan plastik, dan kemasan *styrofoam*.³

Pengumpul sampah dari sektor informal (pemulung dan pengepul) di Indonesia hanya mengumpulkan jenis kemasan plastik dengan nilai yang cukup tinggi di pasar daur ulang. Di Indonesia, plastik fleksibel/lunak seperti sachet, kantong plastik, dan sedotan tak cukup bernilai untuk dikumpulkan dan didaur ulang, sehingga cenderung berakhir di tempat pembuangan sampah atau di lingkungan terbuka.

1. https://globalplasticaction.org/wp-content/uploads/NPAP-Indonesia-Multistakeholder-Action-Plan_April-2020.pdf

2. <https://advances.sciencemag.org/content/3/7/e1700782.full>

3. http://ppid.menlhk.go.id/siaran_pers/browse/1696

SOLUSI

Seiring dengan meningkatnya kesadaran akan tantangan terkait dengan plastik sekali pakai, semakin banyak upaya untuk mengembangkan solusi kemasan alternatif yang lebih ramah lingkungan. Solusi kemasan alternatif ini mencakup kemasan yang dipasarkan sebagai *biodegradable*, *compostable*, dan *oxo-biodegradable* (selanjutnya disebut sebagai 'kemasan alternatif' dalam eksperimentasi ini).

Karena banyak dari kemasan alternatif tersebut terlihat seperti plastik konvensional, maka sering kali kemasan alternatif tersebut dibuang dengan cara yang sama dengan plastik konvensional.

Oleh karena itu, kami melakukan eksperimentasi untuk menguji sejauh mana kemasan alternatif tersebut akan terurai jika berakhir di berbagai lingkungan yang biasanya tercemar oleh sampah plastik, serta apakah kemasan tersebut juga menimbulkan masalah yang serupa dengan masalah akibat plastik konvensional. Eksperimentasi ini bertujuan untuk mengamati degradasi kemasan alternatif selama periode enam bulan di berbagai lingkungan.



DESAIN EKSPERIMENTASI

Eksperimentasi ini bertujuan untuk menguji apakah kemasan alternatif dapat memberikan solusi atas pencemaran plastik konvensional. Pengujian dilakukan dengan mengamati apakah degradasi kemasan tersebut terjadi cukup cepat untuk mencegah penumpukan dan pencemaran. Kami mengambil foto sebagai data visual untuk menguji apakah 10 jenis kemasan alternatif yang ditempatkan di 5 lingkungan berbeda (yang biasanya tercemar oleh plastik) akan terdegradasi selama periode enam bulan. Temuan tersebut nantinya akan menjadi bahan pertimbangan untuk menentukan apakah kemasan alternatif dapat menjadi solusi untuk polusi plastik konvensional atau justru menimbulkan permasalahan yang tak jauh berbeda.

Metodologi: Kami mengukur dan memotret luas permukaan semua kemasan sebelum dimasukkan ke dalam setiap lingkungan pengujian. Kemudian kami mengukur dan memotret setiap jenis kemasan di masing-masing lingkungan setiap bulannya. Kami menargetkan untuk mengambil foto dan menyusun catatan tertulis dari degradasi setiap kemasan yang diukur, mengacu pada berkurangnya luas permukaan pada kemasan.

Kami menguji 10 jenis item kemasan alternatif sekali pakai dalam 5 jenis kondisi lingkungan dan lingkungan kontrol:

- 4 jenis kantong belanja: 1 merek lokal *oxo-biodegradable* dan 3 merek lokal pati singkong *compostable*
- 1 merek kantong belanja *oxo-biodegradable*
- 1 kantong kertas
- 1 jenis cangkir bening *compostable*
- 3 jenis wadah makanan: *oxo-biodegradable* bening, bahan ampas tebu, dan kertas karton
- 2 jenis sedotan: *oxo-biodegradable* dan *compostable*

Parameter yang diukur adalah:

- Pengurangan luas permukaan hasil observasi visual

Durasi:

Eksperimentasi dilakukan pada bulan Juni - September 2019 khusus untuk fasilitas pengomposan kuasi-industri, Juni - November 2019 untuk kelompok kontrol, pengomposan rumah tangga, di dalam tanah, dan udara terbuka, dan September 2019 - Februari 2020 untuk lingkungan laut.

DESAIN EKSPERIMENTASI

Pengujian degradasi dari masing-masing kemasan alternatif akan dilakukan di lingkungan berikut:



Terisolasi
(Kelompok Kontrol)



Pengomposan
Rumah Tangga



Pengomposan Kuasi-
industri



Lingkungan Laut



Di dalam
Tanah



Udara
Terbuka

DESAIN EKSPERIMENTASI: SAMPEL KEMASAN ALTERNATIF YANG DIUJIKAN

KANTONG BELANJA



B1



B2



B3



B5

WADAH MAKANAN



F1



F2



F3

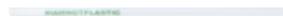
GELAS DAN SEDOTAN



C1



S1



S2

KATEGORI	KODE	NAMA SAMPEL
Kantong Belanja	B1	Kantong <i>oxo-degradable</i>
	B2	Kantong pati singkong 1
	B3	Kantong pati singkong 2
	B4	Kantong pati singkong 2
	B5	Kantong keras daur ulang (pemanding)
Gelas	C1	Gelas PLA
Wadah Makanan	F1	Wadah <i>oxo-degradable</i>
	F2	Wadah dari ampas tebu (pemanding)
	F3	Kotak kardus (pemanding)
Sedotan	S1	Sedotan <i>oxo-degradable</i>
	S2	Sedotan PLA

KEMASAN TAMBAHAN YANG DIUJIKAN DI LINGKUNGAN LAUT



B1*
* 21x34
tas transparan



B2*
*28x34
tas pati singkong



B4

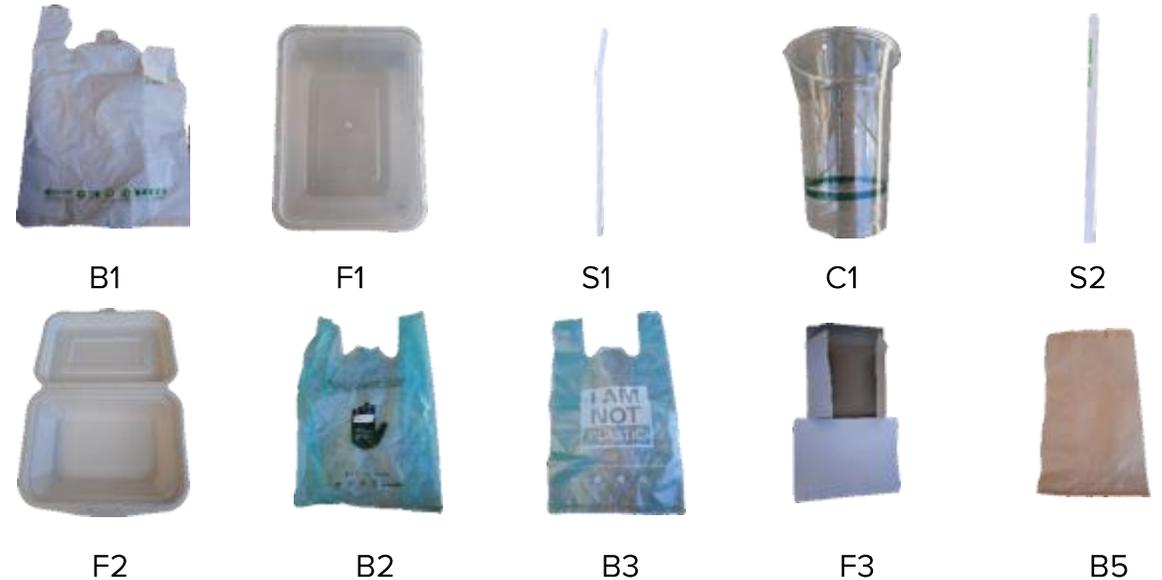
HASIL PENGUJIAN: LINGKUNGAN TERISOLASI (KELOMPOK KONTROL)

Sampel kelompok kontrol ditempatkan di dalam kotak kardus dan disimpan pada suhu kamar (sekitar 24°C) selama 6 bulan. Setiap bulan, sampel diperiksa secara visual untuk mengamati perubahan. Tidak ditemukan adanya perubahan visual setelah periode enam bulan.



Sampel kelompok kontrol diletakkan di dalam ruang penyimpanan Kopernik

SETELAH 6 BULAN



KESIMPULAN: TIDAK ADA PERUBAHAN VISUAL PADA SELURUH KEMASAN



Bulan ke-1



Bulan ke-2



Bulan ke-3



Bulan ke-4



Bulan ke-5

DESAIN EKSPERIMENTASI: PENGOMPOSAN RUMAH TANGGA

Beberapa item dipasarkan sebagai 'dapat dijadikan kompos, bahkan di pekarangan rumah' dan akan hancur dalam periode 4-6 bulan. Oleh karena itu, kami menguji apakah kemasan alternatif tersebut benar-benar akan terdegradasi dalam periode percobaan enam bulan. Untuk memastikan kompos rumah tangga dibangun dan dikelola secara efektif, kami bermitra dengan ecoBali yang memiliki keahlian di bidang pengelolaan sampah rumah tangga untuk menyiapkan eksperimentasi pengomposan di kantor Kopernik.



6 komposter dipasang oleh [ecoBali](#)



Sampel diambil dari tiap komposter setiap bulan untuk dianalisis

Mitra kami:



HASIL PENGUJIAN: PENGOMPOSAN RUMAH TANGGA

KODE SAMPEL	Bulan ke-1	Bulan ke-2	Bulan ke-3	Bulan ke-4	Bulan ke-5	Bulan ke-6
B1 Kantong <i>Oxo-degradable</i>						
F1 Wadah <i>Oxo-degradable</i>						
S1 Sedotan <i>Oxo-degradable</i>						
C1 Gelas PLA						
S2 Sedotan PLA						

HASIL PENGUJIAN: PENGOMPOSAN RUMAH TANGGA

KODE SAMPEL	Bulan ke-1	Bulan ke-2	Bulan ke-3	Bulan ke-4	Bulan ke-5	Bulan ke-6
F2 Wadah dari Ampas Tebu					terurai	
B2 Kantong Pati Singkong 1						
B3 Kantong Pati Singkong 2						
F3 Kotak Kardus				terurai		
B5 Kantong Kertas			terurai			

DESAIN EKSPERIMENTASI: PENGOMPOSAN KUASI-INDUSTRI / PETERNAKAN BSF

Beberapa kemasan alternatif yang dipasarkan sebagai bahan kompos perlu diolah di fasilitas pengomposan industri agar bisa dihancurkan dan akhirnya terurai. Fasilitas pengomposan industri menggunakan metode pengomposan dengan kontrol ketat pada suplai oksigen, suhu, pH dan kelembaban untuk menghasilkan biodegradasi aerobik.

Tidak tersedia fasilitas pengomposan industri di Bali, sehingga proses pengomposan industri tidak dapat dilakukan. Kami mengidentifikasi fasilitas yang paling mendekati dan dapat diakses, yaitu peternakan BSF yang menghasilkan kompos di Baturiti, Tabanan. Fasilitas tersebut menghasilkan kompos dalam jumlah besar menggunakan metode penyampuran dan aerasi, yang dilakukan dengan menjaga suhu antara 40-70°C. Umumnya durasi siklus pengomposan di fasilitas tersebut adalah empat bulan, oleh karena itu komponen eksperimentasi ini dilakukan selama periode empat bulan karena kompos dianggap 'matang' setelah periode tersebut.



Persiapan sampel



Sampel dimasukkan ke dalam tumpukan kompos dan diolah setiap minggu mengacu pada metode standar



Mengambil sampel dari tiap tumpukan setiap bulannya selama empat bulan



Analisis degradasi visual



Sampel siap dimasukkan



Pengelolaan kompos oleh [Madedfficient](#): kompos yang belum matang akan diaduk dan diaerasi untuk mempertahankan tingkat kelembapan yang sesuai



Kontrol suhu: Minggu pertama: 70°C, minggu kedua 40°-50°C , dan minggu ketiga stabil pada 40°C

Mitra kami:
MAD^{EFFICIENT}

HASIL PENGUJIAN: PENGOMPOSAN KUASI-INDUSTRI / PETERNAKAN BSF

Proses Pengomposan Kuasi-Industri hanya berlangsung selama 4 bulan karena kompos tersebut dianggap matang pada bulan ke-4.

KODE SAMPEL	Bulan ke-1	Bulan ke-2	Bulan ke-3	Bulan ke-4	Bulan ke-5	Bulan ke-6
B1 Kantong <i>Oxo-degradable</i>					N/A	N/A
F1 Wadah <i>Oxo-degradable</i>					N/A	N/A
S1 Sedotan <i>Oxo-degradable</i>					N/A	N/A
C1 Gelas PLA					N/A	N/A
S2 Sedotan PLA					N/A	N/A

HASIL PENGUJIAN: PENGOMPOSAN KUASI-INDUSTRI / PETERNAKAN BSF

Proses Pengomposan Kuasi-Industri hanya berlangsung selama 4 bulan karena kompos tersebut dianggap matang pada bulan ke-4.

KODE SAMPEL	Bulan ke-1	Bulan ke-2	Bulan ke-3	Bulan ke-4	Bulan ke-5	Bulan ke-6
F2 Wadah dari Ampas Tebu		terurai			N/A	N/A
B2 Kantong Pati Singkong 1					N/A	N/A
B3 Kantong Pati Singkong 2					N/A	N/A
F3 Kotak Kardus		terurai			N/A	N/A
B5 Kantong Kertas		terurai			N/A	N/A

DESAIN EKSPERIMENTASI: LINGKUNGAN LAUT

Kemasan plastik yang berakhir di laut biasanya sampai ke dasar laut, mencemari lingkungan laut dan membahayakan kehidupan laut.¹ Komponen eksperimentasi ini dilakukan di Padang Bai dengan menempatkan sampel kemasan alternatif dalam kantong jaring di kedalaman 2 meter di bawah permukaan laut.



Persiapan sampel
(1 set sampel, masing-masing dimasukkan ke 6 kantong jaring)



Sampel diletakkan di dasar laut dengan kedalaman 2 meter



Mengambil satu sampel setiap bulan



Analisis degradasi visual



Sampel diletakkan di dasar laut dengan kedalaman 2 meter di dalam kantong jaring



Monitoring bulanan oleh [Livingseas](#)

Mitra kami:

Livingseas

1. <https://news.mongabay.com/2018/06/the-plastic-crisis-sinks-to-a-new-low-in-the-deep-sea/> <https://www.nationalgeographic.com/news/2018/05/plastic-bag-mariana-trench-pollution-science-spd/>

HASIL PENGUJIAN: LINGKUNGAN LAUT

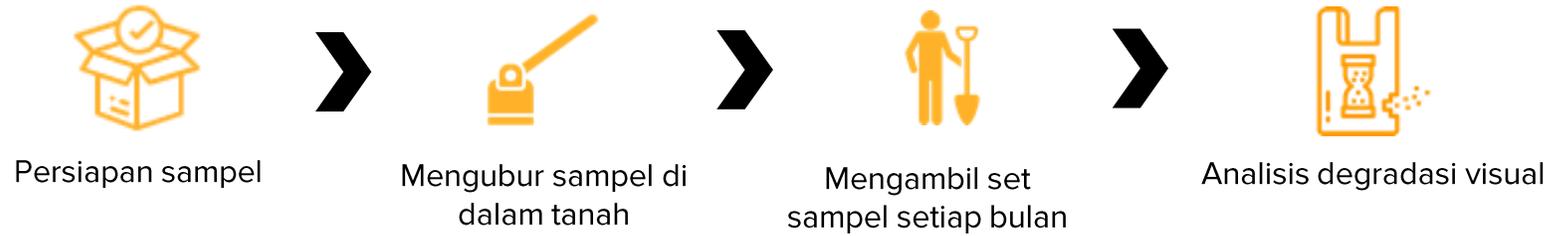
KODE SAMPEL	Bulan ke-1	Bulan ke-2	Bulan ke-3	Bulan ke-4	Bulan ke-5	Bulan ke-6
B1 Kantong <i>Oxo-degradable</i>						
F1 Wadah <i>Oxo-degradable</i>						
S1 Sedotan <i>Oxo-degradable</i>						
C1 Gelas PLA						
S2 Sedotan PLA						

HASIL PENGUJIAN: LINGKUNGAN LAUT

KODE SAMPEL	Bulan ke-1	Bulan ke-2	Bulan ke-3	Bulan ke-4	Bulan ke-5	Bulan ke-6
F2 Wadah dari Ampas Tebu	terurai					
B2 Kantong Pati Singkong 1						
B3 Kantong Pati Singkong 2						
F3 Kotak Kardus		terurai				
B4 Kantong Pati Singkong 3						
B5 Kantong Kertas	terurai					

DESAIN EKSPERIMENTASI: DI DALAM TANAH

Kemasan plastik seringkali berakhir di lingkungan, terkubur di dalam tanah, memasuki sistem pertanian melalui saluran irigasi. Dalam komponen eksperimentasi ini kami mengubur alternatif pengemasan di dalam tanah (pada kedalaman 0,25 m).

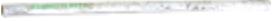


Enam set sampel dikubur di lahan pertanian dekat kantor Kopernik dengan kedalaman sekitar 0,25 meter.



Setiap bulan, satu set sampel digali dan diambil untuk dianalisis

HASIL PENGUJIAN: DI DALAM TANAH

KODE SAMPEL	Bulan ke-1	Bulan ke-2	Bulan ke-3	Bulan ke-4	Bulan ke-5	Bulan ke-6
B1 Kantong <i>Oxo-degradable</i>						
F1 Wadah <i>Oxo-degradable</i>						
S1 Sedotan <i>Oxo-degradable</i>						
C1 Gelas PLA						
S2 Sedotan PLA						

HASIL PENGUJIAN: DI DALAM TANAH

KODE SAMPEL	Bulan ke-1	Bulan ke-2	Bulan ke-3	Bulan ke-4	Bulan ke-5	Bulan ke-6
F2 Wadah dari Ampas Tebu		terurai				
B2 Kantong Pati Singkong 1						
B3 Kantong Pati Singkong 2						
F3 Kotak Kardus		terurai				
B5 Kantong Kertas	terurai					

DESAIN EKSPERIMENTASI: UDARA TERBUKA

Dalam komponen percobaan ini, kami menggantung kemasan alternatif pada rak bambu agar terkena elemen (hujan, matahari, angin) selama periode enam bulan.



Sampel ditempatkan di kantor Kopernik dan diikat ke rak bambu yang terekspos kondisi cuaca tertentu

HASIL PENGUJIAN: UDARA TERBUKA

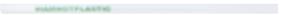
KODE SAMPEL	Bulan ke-1	Bulan ke-2	Bulan ke-3	Bulan ke-4	Bulan ke-5	Bulan ke-6
B1 Kantong <i>Oxo-degradable</i>						
F1 Wadah <i>Oxo-degradable</i>						
S1 Sedotan <i>Oxo-degradable</i>						
C1 Gelas PLA						
S2 Sedotan PLA						

HASIL PENGUJIAN: UDARA TERBUKA

KODE SAMPEL	Bulan ke-1	Bulan ke-2	Bulan ke-3	Bulan ke-4	Bulan ke-5	Bulan ke-6
F2 Wadah dari Ampas Tebu						
B2 Kantong Pati Singkong 1						
B3 Kantong Pati Singkong 2						
F3 Kotak Kardus						
B5 Kantong Kertas						

RINGKASAN HASIL: DEGRADASI VISUAL SETELAH 6 BULAN

- Tidak terurai secara visual
- Terurai secara visual

Kode Sampel	Sebelum	Setelah 6 Bulan					Degradasi secara Umum
		Pengomposan Rumah Tangga	Pengomposan Kuasi-industri*	Lingkungan Laut	Dikubur dalam Tanah	Udara Terbuka	
B1 Kantong Oxo-degradable							●
F1 Wadah Oxo-degradable							●
S1 Sedotan Oxo-degradable							●
C1 Gelas PLA							●
S2 Sedotan PLA							●

* Siklus pengomposan kuasi-industri memakan waktu selama 4 bulan, sehingga temuan di kolom ini mewakili hasil pengomposan selama 4 bulan.

RINGKASAN HASIL: DEGRADASI VISUAL SETELAH 6 BULAN

- Tidak terurai secara visual
- Terurai secara visual

Kode Sampel	Sebelum	Setelah 6 Bulan					Degradasi secara Umum
		Pengomposan Rumah Tangga	Pengomposan Kuasi-industri*	Lingkungan Laut	Dikubur dalam Tanah	Udara Terbuka	
F2 Wadah dari Ampas Tebu		Terurai	Terurai	Terurai	Terurai		●
B2 Kantong Pati Singkong			Terurai				●
B3 Kantong Pati Singkong			Terurai				●
F3 Kotak Kardus		Terurai	Terurai	Terurai	Terurai		●
B5 Kantong Kertas		Terurai	Terurai	Terurai	Terurai		●
B4 Kantong Pati Singkong		N/A**	N/A**		N/A**	N/A**	●

* Siklus pengomposan kuasi-industri memakan waktu selama 4 bulan, sehingga temuan di kolom ini mewakili hasil pengomposan selama 4 bulan.

** Produk ini tidak diujikan dalam beberapa lingkungan/kondisi karena ketersediaan sampel yang terbatas pada saat eksperimentasi.

KESIMPULAN

Eksperimentasi ini menemukan bahwa tidak ada kemasan alternatif (dengan label *compostable*, *biodegradable*, dan *oxo-biodegradable*) yang mengalami degradasi visual secara signifikan selama periode eksperimentasi berdurasi enam bulan ini di semua lingkungan pengujian.¹ Banyak kemasan alternatif yang terlihat seperti plastik konvensional,² sehingga cenderung dibuang dengan cara yang sama dengan plastik konvensional. Oleh karena itu, kami menyimpulkan bahwa dalam kurun waktu enam bulan setelah dibuang, kemasan alternatif tersebut belum bisa menjadi solusi untuk masalah pencemaran lingkungan akibat plastik konvensional.

Kemasan berbahan karton, kertas, dan ampas tebu terdegradasi secara visual selama periode eksperimentasi di semua lingkungan pengujian, kecuali di udara terbuka.

-
1. Karena kurangnya fasilitas pengomposan industri di Bali, saat ini pengujian di pengomposan industri tidak memungkinkan untuk dilakukan di Bali. Kami melakukan pengujian pengomposan industri alternatif di fasilitas pengomposan di peternakan BSF.
 2. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Kopernik di Bali pada tahun 2019 dengan 72 responden, kami menemukan bahwa 58% konsumen akan membuang kemasan alternatif secara 'tidak tepat'. Misalnya, dengan cara memasukkan barang ke dalam tempat sampah campuran atau tempat sampah daur ulang.

DISKUSI TAMBAHAN, KETERBATASAN EKSPERIMENTASI, DAN LANGKAH SELANJUTNYA

Eksperimen ini mengamati degradasi luas permukaan kemasan alternatif menggunakan ukuran sampel yang kecil selama periode enam bulan. Pengujian lebih lanjut diperlukan untuk menilai kapasitas biodegradasi dan pengomposan dari kemasan alternatif ini. Khususnya seiring dengan pemasaran dan ketersediaannya yang makin luas sebagai pengganti kemasan sekali pakai konvensional.

Komponen pengomposan industri untuk eksperimentasi ini memiliki keterbatasan besar, karena tidak tersedianya fasilitas pengomposan industri di Bali. Oleh karena itu, kami bermitra dengan peternakan BSF di Baturiti yang memproduksi kompos dan kami mengakui bahwa fasilitas tersebut bukanlah fasilitas pengomposan industri yang ideal.

Kami telah berdiskusi dengan CSIRO Australia. CSIRO telah merancang dan membangun fasilitas pengujian yang dapat menentukan tingkat biodegradasi, disintegrasi, dan pengomposan dari material kemasan. Untuk memverifikasi klaim biodegradasi dan pengomposan, atau mendapatkan sertifikasi oleh pihak ketiga independen terkait biodegradasi di lingkungan tertentu (tanah, air, atau kompos), persyaratan standar harus dipenuhi. CSIRO dapat menentukan tingkat pengomposan sesuai dengan standar nasional Australia, AS 4736 untuk plastik *biodegradable* yang cocok untuk kompos. Standar AS 4736 mensyaratkan karakterisasi bahan awal dan pengukuran biodegradasi (yang harus terjadi sepenuhnya dalam 6 bulan), disintegrasi (yang harus terjadi dalam 12 minggu) dan ekotoksitas, ditentukan dengan menguji perkembangan tanaman dan cacing tanah. Kami merekomendasikan agar kedepannya pengujian tersebut dilakukan dalam kemitraan dengan CSIRO, khususnya pada kemasan alternatif yang digunakan dalam eksperimentasi ini.

Referensi: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:17088:ed-2:v1:en>, Fasilitas Uji Biodegradasi di CSIRO Biodegradable Plastics - Pengujian sesuai dengan Standar Australia AS 4736

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami sangat berterima kasih atas saran dan panduan tertulis tentang desain eksperimen yang diterima dari:

Ibu Jane Fischer, Indonesian Waste Platform, Anggota Dewan Penasihat, Inovasi Material

Dr. Parveen Sangwan, Ilmuwan Peneliti Senior Bioteknologi Industri, CSIRO Manufacturing

Mike Williams, Ilmuwan Riset, CSIRO

Dr. Johan Sebastian Basuki, Peneliti, Polymeric Biomaterials, CSIRO Manufacturing

Bapak Alexandre Kremer, Associate di SYSTEMIQ

Kami berterima kasih kepada mitra kami, ecoBali, MadeEfficient, dan Livingseas yang telah memberikan dukungan berupa kepakaran dan akses ke fasilitas mereka sehingga kami dapat melakukan eksperimentasi ini.

Terima kasih kepada Amelia Fyfield, CSIRO karena telah mendukung dan menghubungkan kami dengan tim peneliti CSIRO.

Seluruh kesalahan dalam desain eksperimen, implementasi, dan analisis adalah tanggung jawab kami sendiri.

