

STRATEGI PENGELOLAAN SAMPAH PLASTIK MULTILAYER BERBASIS EKONOMI SIRKULAR

MAYRIANTI ANNISA ANWAR



**ILMU PENGELOLAAN SUMBERDAYA ALAM DAN LINGKUNGAN
SEKOLAH PASCASARJANA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



PERNYATAAN MENGENAI DISERTASI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa disertasi dengan judul “Strategi Pengelolaan Sampah Plastik *Multilayer* Berbasis Ekonomi Sirkular” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir disertasi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Mei 2025

Mayrianti Annisa Anwar
P062221004

RINGKASAN

MAYRIANTI ANNISA ANWAR. Strategi Pengelolaan Sampah Plastik *Multilayer* Berbasis Ekonomi Sirkular. Dibimbing oleh SUPRIHATIN, NUGROHO ADI SASONGKO, dan MUKHAMAD NAJIB.

Indonesia menghadapi tantangan besar dalam pengelolaan sampah plastik *multilayer*, dimana jenis kemasan plastik *multilayer* ini merupakan plastik yang sulit didaur ulang karena terdiri dari beberapa lapisan polimer yang tidak kompatibel. Kemasan jenis ini banyak digunakan dalam produk-produk konsumsi sehari-hari, namun belum memiliki sistem pengelolaan yang memadai, baik dari sisi teknologi, kebijakan, maupun perilaku masyarakat. Tanpa intervensi sistemik, plastik *multilayer* berpotensi menjadi limbah permanen yang tidak hanya mencemari lingkungan, tetapi juga menghambat upaya menuju ekonomi sirkular.

Penelitian ini menawarkan pendekatan terpadu untuk merumuskan strategi pengelolaan sampah plastik *multilayer* yang berkelanjutan. Dengan menggabungkan pendekatan *Life Cycle Assessment* (LCA), penilaian keberlanjutan *Multiaspect Sustainability Assessment* (MSA), dan pemetaan faktor penggerak melalui *Interpretative Structural Modeling* (ISM), penelitian ini memberikan gambaran utuh tentang dampak lingkungan, tantangan keberlanjutan, serta arah kebijakan yang dibutuhkan untuk keberlanjutan serta pengembangan sistem pemilahan dan pelaporan berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk memperkuat peran rumah tangga dalam rantai pengelolaan.

Beberapa temuan kunci dari penelitian ini menunjukkan bahwa skenario daur ulang (Layak Daur Ulang/LDU) dapat mengurangi emisi dan dampak toksisitas secara signifikan dibandingkan jika plastik *multilayer* dibiarkan tanpa pengolahan (Tidak Layak Daur Ulang/TLDU). Di sisi lain, aspek sosial seperti partisipasi masyarakat dan peran sektor informal terbukti memiliki kontribusi kuat terhadap keberlanjutan sistem. Penelitian ini juga menghasilkan indeks keberlanjutan untuk menilai program pengelolaan *multilayer* secara menyeluruh, yang dapat digunakan oleh pemerintah, industri, dan pemangku kepentingan lainnya.

Inovasi dan strategi yang dikembangkan dalam penelitian ini telah dipetakan ke dalam kerangka Peta Jalan 9R yang ditetapkan pemerintah, mulai dari aksi *Refuse* dan *Replace* (menghindari dan mengganti kemasan tidak layak daur ulang), *Rethink* dan *Reduce* (redesain sistem pemilahan dan pelaporan), hingga *Recycle* dan *Recovery* (pemrosesan ulang dan pemanfaatan limbah sebagai sumber energi). Pendekatan ini menegaskan bahwa solusi untuk plastik *multilayer* tidak bisa hanya bertumpu pada teknologi, tetapi juga memerlukan pembangunan standar nasional, ekosistem kolaboratif, serta instrumen insentif yang tepat sasaran.

Melalui pendekatan yang sistemik dan berbasis data, penelitian ini tidak hanya menjawab tantangan akademik, tetapi juga menyediakan rekomendasi strategis bagi para pengambil kebijakan. Penguatan regulasi, investasi pada infrastruktur, integrasi sektor informal, dan edukasi publik menjadi empat pilar utama yang perlu diperkuat. Penelitian ini diharapkan menjadi kontribusi nyata dalam mendukung transisi menuju sistem pengelolaan sampah nasional yang inklusif, adaptif, dan berkelanjutan.

Kata kunci: plastik *multilayer*, ekonomi sirkular, *multiaspect sustainability assessment*, *life cycle assessment*, *interpretative structural modeling*



SUMMARY

MAYRIANTI ANNISA ANWAR. A *Multilayer* Plastic Waste Management Strategy Based on Circular Economy. Supervised by SUPRIHATIN, NUGROHO ADI SASANGKO dan MUKHAMAD NAJIB.

Indonesia faces a significant challenge in the management of *multilayer* plastic waste, a category of plastic packaging that poses substantial difficulties in terms of recycling due to its composition of multiple layers of polymers that are not compatible with one another. This type of packaging is pervasive in daily consumption products; however, an inadequate management system exists, both in terms of technology, policy, and public behavior. Absent comprehensive, systemic intervention, *multilayer* plastics are poised to become a persistent form of waste, resulting in environmental degradation and the impediment of efforts to cultivate a circular economy.

This research proposes an integrated approach to formulate a sustainable *multilayer* plastic waste management strategy. The proposed approach integrates the Life Cycle Assessment (LCA) method, the Multiaspect Sustainability Assessment (MSA), and the Interpretative Structural Modeling (ISM) technique to comprehensively assess the environmental impacts, sustainability challenges, and policy directions. The study's findings highlight the necessity for a comprehensive management system, underpinned by the Internet of Things (IoT), to enhance the role of households in the management chain.

The study's findings underscore the significance of a recycling scenario (recyclable/LDU) in reducing emissions and toxicity impacts, in comparison to the alternative of leaving *multilayer* plastics untreated (not recyclable/TLDU). Conversely, social factors, including community involvement and the role of the informal sector, have been demonstrated to exert a substantial influence on the sustainability of the system. The research also produced a sustainability index to assess the overall *multilayer* management program, which can be used by government, industry, and other stakeholders.

The innovations and strategies developed in this research have been mapped onto the government's 9R Roadmap framework, which encompasses a series of actions ranging from the Refuse and Replace strategy (avoiding and replacing packaging not fit for recycling), to the Rethink and Reduce strategy (redesigning sorting and reporting systems), and finally, the Recycle and Recovery strategy (reprocessing and utilizing waste as an energy source). This approach underscores the necessity for a multifaceted approach to address *multilayer* plastics, emphasizing the importance of technology, but also highlighting the need for the development of national standards, collaborative ecosystems, and targeted incentive instruments.

Utilizing a systematic and data-driven methodology, this research not only addresses academic challenges but also provides strategic recommendations for policymakers. The four fundamental pillars that necessitate reinforcement are as follows: the fortification of regulations, the allocation of resources to infrastructure, the incorporation of the informal sector, and the promotion of public education.

Keywords: *multilayer* plastic, circular economy, multi-aspect sustainability assessment, life cycle assessment, interpretative structural modeling



© Hak Cipta milik IPB, tahun 2025
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

STRATEGI PENGELOLAAN SAMPAH PLASTIK MULTILAYER BERBASIS EKONOMI Sirkular

MAYRIANTI ANNISA ANWAR

Disertasi
Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Doktor pada
Program Studi Ilmu Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan

**ILMU PENGELOLAAN SUMBERDAYA ALAM DAN LINGKUNGAN
SEKOLAH PASCASARJANA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Penguji Luar Komisi Pembimbing pada Ujian Tertutup Disertasi:

- 1 Prof.Dr.Ir. Nastiti Siswi Indrasti
- 2 Amalia Adininggar Widyasanti, ST, MSi, M.Eng. Ph.D

Promotor Luar Komisi Pembimbing pada Sidang Promosi Terbuka Disertasi:

- 1 Prof.Dr.Ir. Nastiti Siswi Indrasti
- 2 Amalia Adininggar Widyasanti, ST, MSi, M.Eng. Ph.D



Judul Disertasi

: Strategi Pengelolaan Sampah Plastik *Multilayer* Berbasis
Ekonomi Sirkular

Nama

: Mayrianti Annisa Anwar

NIM

: P06202221004

@Hak cipta milik IPB University

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Prof. Dr.-Ing. Ir. Suprihatin



Pembimbing 2:

Nugroho Adi Sasongko, ST, M.Sc, Ph.D, IPU



Pembimbing 3:

Prof. Dr. Mukhamad Najib, S.TP, M.M



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:

Prof. Dr. Ir. Widiatmaka, DAA.

NIP 19621201 198703 1 002



Dekan Sekolah Pascasarjana

Prof. Dr. Ir. Dodik Ridho Nurrochmat, M.Sc.F.Trop.

NIP 197003291996081001



Tanggal Ujian:

19 Maret 2025

Tanggal Lulus:



Dokumen ini ditandatangani
secara elektronik menggunakan
sertifikat dari BSR-E, silahkan
lakukan verifikasi pada dokumen
elektronik yang dapat diunduh
dengan melakukan scan QR Code

PRAKATA

Alhamdulillahirabbil'alamin, segala puji bagi Allah *Subhanahu wa Ta'ala* atas segala karunia-Nya sehingga disertasi yang berjudul Strategi Pengelolaan Sampah Plastik *Multilayer* Berbasis Ekonomi Sirkular ini dapat diselesaikan dengan baik. Disertasi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar doktor pada Program Studi Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan (PSL), Sekolah Pascasarjana - Institut Pertanian Bogor (IPB). Disertasi ini memiliki tujuan utama untuk merumuskan strategi dalam penentuan faktor utama dalam menentukan pola pengelolaan sampah plastik *multilayer* berkelanjutan menggunakan metode *Life Cycle Assessment* (LCA), *Multiaspect Sustainability Assessment* (MSA), dan *Interpretative Structural Modelling* (ISM).

Penyusunan Disertasi disusun dengan memperhatikan arahan dari ketua dan anggota komisi pembimbing, masukan dari para penguji saat ujian kualifikasi lisan, sidang komisi dan sidang tertutup dan terbuka serta saran-saran dari pihak lain guna penyempurnaan Disertasi ini. Untuk itu penulis menyampaikan penghargaan dan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Prof.Dr.-Ing.Ir. Suprihatin, IPU sebagai Ketua Komisi pembimbing, Nugroho Adi Sasongko, ST, M. Sc, Ph.D, dan Prof. Dr. Mukhamad Najib, S.TP, M.M sebagai anggota komisi pembimbing yang telah memberikan arahan dan bimbingan serta masukan dalam penelitian.
2. Ucapan terimakasih kepada Jajaran Pimpinan Program Studi Ilmu Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan, IPB University dan para Dosen yang telah memberikan kesempatan akses ilmu, sarana dan prasarana pendukungnya.
3. Ucapan terima kasih kepada penguji luar komisi saat ujian kualifikasi lisan Prof.Dr.Ir. Nastiti Siswi Indrasti, dan Prof.Dr.Ir. Ety Riani. Penguji luar komisi pada saat ujian tertutup dan terbuka Prof.Dr.Ir. Nastiti Siswi Indrasti dan Amalia Adininggar Widyasanti, ST, MSi, M.Eng. Ph.D untuk semua masukan yang berguna dalam penyempurnaan disertasi ini.
4. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada kedua orangtua (alm) yang selalu menjadi inspirasi untuk terus berjuang, Suami dan anak serta keluarga besar yang selalu tercinta yang tulus mendoakan dan menyemangati sehingga dapat menyelesaikan studi doktor ini
5. Bapak Ibu rekan-rekan PSL Reguler dan *Degree by Research* (DBR) angkatan 2022 sebagai teman seperjuangan dalam menuntut ilmu di IPB University yang telah memberikan dukungan dalam proses menyelesaikan jenjang doktoral.
6. Penanggung jawab kegiatan *Degree by Research* (DBR) Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) yang telah mendukung secara finansial dalam program beasiswanya
7. Pusat Riset Sistem Produksi Berkelanjutan dan Penilaian Daur Hidup (PR SPBPDH), Organisasi Riset Energi dan Manufaktur (BRIN).

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan. Aamiin ya rabbal'alamin.

Bogor, Mei 2025
Mayrianti Annisa Anwar



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Kerangka Pemikiran	6
1.3 Rumusan Masalah	9
1.4 Tujuan Penelitian	10
1.5 Manfaat Penelitian	10
1.6 Ruang Lingkup	10
1.7 Kebaruan (novelty)	11
II TINJAUAN PUSTAKA	19
2.1 Strategi Pengelolaan Sampah	19
2.2 Manajemen Lingkungan dalam Pengelolaan Sampah	21
2.3 Pengelolaan Sampah yang Berkelanjutan	21
2.4 <i>Life Cycle Assessment</i> (LCA)	23
2.5 Kemasan Plastik <i>Multilayer</i>	24
2.6 Ekonomi Sirkular	25
2.7 Daur Ulang Plastik	28
III METODE	30
3.1 Tempat dan waktu penelitian	30
3.2 Alat dan Bahan	31
3.3 Tahapan Penelitian	31
3.4 Jenis, Sumber dan Analisis Data	32
3.5 Pengambilan data/informasi terkait pengelolaan sampah kemasan plastik <i>multilayer</i>	46
IV ANALISIS PRAKTIK-PRAKTIK DAN PERKEMBANGAN PENGELOLAAN SAMPAH PLASTIK <i>MULTILAYER</i> , BESERTA KEUNTUNGAN DAN KERUGIANNYA	48
4.1 Pendahuluan	48
4.2 Metode	53
4.4. Studi Kasus pada Negara Eropa	69
4.4.1. Tinjauan Historis	70
4.4.2. Perkembangan Penelitian di Eropa	70
4.4.3. Implikasi dan Batasan	71
4.4.4. Arah Penelitian Masa Depan di Eropa	72
4.5. Pertanyaan Penelitian – Jawaban	73
4.6. Kesimpulan	75
OPTIMASI PENGELOLAAN SAMPAH PLASTIK <i>MULTILAYER</i> DALAM MENDUKUNG EKONOMI SIRKULAR	77
5.1 Pendahuluan	77
5.2 Metodologi	78

5.2.1.1. Prosedur Pengumpulan Data	79
5.2.1.2. Prosedur Perhitungan Data	81
5.2.2.1. Alat	82
5.2.2.2. Bahan	83
5.2.3.1 Penilaian Kualitas data	87
5.2.3.2 Penilaian Kualitas data	88
5.2.4.1 Jenis Plastik <i>Multilayer</i>	90
5.2.4.2 Jenis Perlakuan dan Produk Plastik <i>Multilayer</i>	92
5.2.4.3 Lokasi	93
5.2.4.4 Analisis Finansial	93
5.3 Hasil dan Pembahasan	94
VI ANALISIS POTENSI PENERAPAN KONSEP EKONOMI SIRKULAR UNTUK PENGELOLAAN SAMPAH KEMASAN PLASTIK <i>MULTILAYER</i> YANG BERKELANJUTAN	117
6.1 Pendahuluan	117
6.2 Tinjauan Literatur	118
6.3 Metodologi	121
6.3.2.1 Kriteria Spesifik	124
6.3.2.2 Alat Analisis	125
6.3.3.1 Aspek Lingkungan	128
6.3.3.2 Aspek Ekonomi	129
6.3.3.3 Aspek Sosial	129
6.3.3.4 Infrastruktur dan Teknologi	130
6.3.3.5 Aspek Hukum dan Kelembagaan	130
6.4 Hasil dan Pembahasan	130
6.5 Kesimpulan	147
VII ANALISIS ELEMEN DAN FAKTOR KUNCI PENERAPAN EKONOMI SIRKULAR UNTUK PENGELOLAAN SAMPAH PLASTIK <i>MULTILAYER</i>	148
7.1 Pendahuluan	148
7.2 Metode	149
7.3 Hasil dan Pembahasan	150
7.4 Kesimpulan	155
VIII PEMBAHASAN UMUM	156
8.1 Tantangan dalam Pengelolaan Sampah Plastik <i>Multilayer</i>	156
8.2 Keterbatasan Pelaksanaan Pengelolaan Sampah Plastik <i>Multilayer</i> Berdasarkan Ekonomi Sirkular	157
IX SIMPULAN DAN SARAN	159
9.1 Simpulan	159
9.2 Saran	160
DAFTAR PUSTAKA	161
RIWAYAT HIDUP	199



DAFTAR TABEL

1	Penelitian terdahulu yang terkait dengan topik penelitian	14
2	Perbandingan Sistem Pengelolaan Sampah di Indonesia pada tiga periode	23
3	Matrik Pencapaian Tujuan Penelitian	32
4	Analisis Kebutuhan <i>Stakeholders</i>	44
5	Struktur PICOC Desain Pertanyaan Penelitian (Hasil Penelitian)	54
6	Negara dan Jumlah Publikasi tentang Plastik	57
7	Beberapa Bahan pada Kemasan Plastik <i>Multilayer</i> (Mieth <i>et al.</i> 2016; Kaiser <i>et al.</i> 2020; Lamberti <i>et al.</i> 2020; Reichert <i>et al.</i> 2020; Soares <i>et al.</i> 2022)	65
8	Informasi Praktik dan Perkembangan Pengelolaan Sampah Plastik	72
9	Indikator kategori dampak dan metode kategori dampak	83
10	Persyaratan Kualitas Data	87
11	Ringkasan Data yang Diperoleh	88
12	Kriteria dan Jenis Plastik <i>Multilayer</i>	91
13	Jenis Plastik <i>Multilayer</i> dan Jenis Daur Ulang	92
14	Hasil Perhitungan Dampak TLDU dan LDU keseluruhan	96
15	Hasil Perhitungan Dampak GWP kemasan TLDU dan LDU	98
16	Hasil Perhitungan Potensi dampak Penipisan Ozon kemasan TLDU dan LDU	100
17	Hasil Perhitungan Dampak Eutrofikasi Kemasan TLDU dan LDU	102
18	Hasil Perhitungan Potensi penurunan abiotik nonfossil kemasan TLDU	104
19	Hasil Perhitungan dampak <i>Human Toxicity Carcinogenic</i> kemasan	106
20	Hasil Perhitungan dampak <i>Land Use</i> kemasan TLDU dan LDU	110
21	Analisis Keuangan Produksi Inkolum/HolzeWig (per 1.000)	112
22	Analisis Keuangan Produksi Tali Rafia dan Talang/Perabot (per 1000)	114
23	Pengelompokan Kriteria dalam Penilaian Status	125
24	Aspek, faktor, dan indikator keberlanjutan pengelolaan sampah plastik	126
25	Status dan nilai keberlanjutan	146

DAFTAR GAMBAR

1	Kerangka pemikiran penelitian	8
2	Kerangka Pengelolaan Sampah yang Berkelanjutan dan Terintegrasi	22
3	Konsep Ekonomi Linear menjadi Ekonomi Sirkular	25
4	Konsep Ekonomi Sirkular (Ellen MacArthur Foundation 2023)	26
5	Prinsip 9R pada Ekonomi Sirkular	27
6	Proses Daur Ulang Sampah Plastik (Sumber: LeBlanc, 2020)	28
7	Jenis-Jenis Sampah Plastik (Sumber: ahmadamir.com)	29
8	Peta Lokasi Penelitian (a) Jabodetabek dan (b) Kota Surabaya (Dokumen Pribadi)	30
9	Kerangka Kerja Penilaian Daur Hidup	34
10	Konsep Alur LCA <i>Cradle to Cradle</i> (Sumber: FUREC)	35
11	Jenis dan Struktur Kemasan (Sumber: FUREC)	36

12	Rantai nilai sederhana pada industri plastik daur ulang	38
13	Kerangka Kerja Konseptual Pendekatan Analisis Keberlanjutan	41
14	Hubungan Driver Power (DP) dan Dependence (D)	43
15	Gambaran Umum Proses STRAP	51
16	Pendekatan Empat Langkah PRISMA (Hasil Penelitian)	55
17	Tren Publikasi tentang Kemasan, <i>Multilayer</i> , Ekonomi Sirkular	56
18	Empat Klaster Utama dalam Manajemen Plastik <i>Multilayer</i>	58
19	Ekonomi Sirkular Plastik	61
20	Spektrum Elemen yang Berbeda pada Plastik <i>Multilayer</i>	67
21	Siklus Hidup dan Rute Daur Ulang Plastik <i>Multilayer</i> (Hasil Penelitian)	69
22	Prosedur Pengumpulan Data dalam Metode LCA	80
23	Batasan Sistem Penilaian Daur Hidup Produk Daur Ulang Sampah	84
24	Batasan Sistem Penilaian Daur Hidup Produk Daur Ulang Sampah	85
25	Grafik Hasil Relatif Nilai LCA LDU dan TLDU dari Beberapa	95
26	Perbandingan nilai GWP 100a (kg CO ₂ eq) untuk 100 kg sampah	95
27	Perbandingan Nilai Potensi Penipisan Ozon (Ozone Depletion	99
28	Grafik Perbandingan nilai Potensi Eutrofikasi (Eutrophication	101
29	Grafik Perbandingan nilai Potensi penurunan abiotik non fosil	103
30	Perbandingan Nilai Dampak <i>Human Toxicity Carcinogenic</i> (HTC)	107
31	Perbandingan Nilai Dampak <i>Land Use</i> TLDU dan LDU	109
32	Celah kritis dari Plastik <i>Multilayer</i> (Hasil Penelitian)	118
33	Struktur pendekatan eksploratif	122
34	Kerangka Kerja Konseptual Pendekatan Analisis Keberlanjutan (Firmansyah 2022)	123
35	Aspek lingkungan dan dampak relatifnya terhadap hasil	132
36	Status Keberlanjutan untuk Aspek Lingkungan	133
37	Aspek Ekonomi dan Dampak Relatifnya terhadap hasil	134
38	Status Keberlanjutan untuk Aspek Ekonomi	136
39	Aspek sosial dan dampak relatifnya terhadap hasil keberlanjutan	138
40	Status Keberlanjutan untuk Aspek Sosial	139
41	Aspek Teknis dan Infrastruktur dan dampak relatifnya terhadap	139
42	Status Keberlanjutan untuk Aspek Teknis dan Infrastruktur	142
43	Status Keberlanjutan untuk Aspek Hukum dan Kelembagaan	143
44	Aspek Hukum dan Pelembagaan dan dampak relatifnya terhadap	144
45	Diagram layang-layang indeks dan status keberlanjutan	146
46	Struktur hierarkis elemen komunitas	151
47	Matriks keterkaitan komunitas antar elemen	152
48	Struktur hierarkis a) Pemerintah, b) TPST3R, c) Asosiasi Pemulung,	154
49	Struktur hierarkis a) Industri Daur Ulang, b) Akademisi /peneliti/ insinyur	154

DAFTAR LAMPIRAN

1	Kuesioner Penentuan Variabel Kunci dan Peran Aktor dalam	185
2	Kuisisioner Penyusunan Strategi Pengelolaan Sampah Plastik	192