

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Industri kecantikan mengalami kemajuan dan peningkatan yang sangat pesat ditandai dengan semakin banyaknya perempuan Indonesia yang ingin tampil cantik. Rata-rata pertumbuhan pasar mencapai 9,67% pertahun dalam kurun waktu 2009-2015, dan diperkirakan pada tahun 2017 besar pasar (*market size*) industri kosmetik sebesar Rp 46,4 triliun, meningkat menjadi Rp 69,0 triliun tahun 2019 diprediksi dari total pendapatan pasar kecantikan yang dihasilkan lewat penjualan *online*. Jumlah ini tentunya akan meningkat setiap tahunnya. (Kemenperin.go.id)

Industri kemasan merupakan salah satu industri pendukung yang sedang berkembang untuk memenuhi berbagai permintaan kebutuhan kemasan, salah satu kemasan digunakan sebagai wadah aneka produk kosmetik untuk pemasaran dalam maupun luar negeri. Spesifikasi produk, bahan baku serta bahan *finishing* yang digunakan ditentukan oleh permintaan konsumen.

Selain produk kemasan kecantikan, timbulan limbah berbahaya dan beracun (B3) dan non B3 merupakan persoalan yang dihadapi oleh industri. Beberapa tahun terakhir ini industri mencari solusi yang efektif dan efisien untuk mengelola limbah B3 berkaitan dengan semakin ketatnya peraturan lingkungan bagi industri guna mengurangi dampak yang timbul dari kegiatan produksinya. Pengelolaan limbah B3 pada industri kemasan kecantikan dilakukan dengan eksplorasi pengolahan limbah yang dihasilkan khususnya limbah B3 berupa lumpur cat, untuk saat ini pengelolaannya lebih banyak diserahkan pada pihak ke-3.

Karakteristik limbah cat ditentukan oleh cat yang digunakan apakah pengencernya berbasis air atau pelarut yang menentukan strategi pengelolaan lumpur cat. Strategi pengelolaan terbaik dimulai dari pencegahan peningkatan volume lumpur cat. Strategi pengelolaan terbaik sesuai dengan hirarki manajemen limbah, salah satunya dengan penggunaan senjata semprot cat elektostatistik dan otomisasi atom kecepatan tinggi dapat menambah efisiensi transfer cat, pengurangan lapisan *coating* dengan ketebalannya dapat menurunkan tingkat lumpur cat.

Pemilahan bahan kimia diperlukan dengan mempertimbangkan potensi daur ulang lumpur cat. Kandungan *dissolved organic carbon* (DOC) yang tinggi dari lumpur cat menyebabkan tidak dapat dilakukan penimbunan berdasarkan peraturan pengelolaan limbah di Eropa, saat ini di Indonesia pengelolaannya diserahkan pada pihak ke-3. (Salihoglu & Salihoglu, 2015).

Industri yang ingin melakukan pengurangan limbah B3 dapat melakukan substitusi bahan, proses produksi dimodifikasi, dan penerapan teknologi ramah lingkungan. Daur ulang limbah dan pemulihan sumber daya dari bagian-bagian limbah seringkali terbatas pada komposisi bahan kimia, keterbatasan ini meliputi komponen berbahaya, bahan campuran seperti plastik dengan bahan tambahan, bahan gabungan yang tidak dapat dipisahkan seperti pada plastik, kayu, dan logam pada konsentrasi rendah yang melekat pada perangkat elektronik (Friege, 2017).

Pengelolaan limbah dengan prinsip 3R (*Reduce Reuse Recycle*) dapat mengurangi pemakaian bahan baku dikarenakan bahan baku dapat diambil dari limbah yang didaur ulang oleh industri itu sendiri. Dampak lingkungan dengan diterapkannya prinsip 3R akan mengurangi beban pencemar air, tanah, dan udara. Pada tahun 2020 pemerintah berkomitmen menurunkan emisi gas rumah kaca (GRK) sebesar 26%, dan penurunan

61 % dari sampah dan limbah industri setiap kabupaten dengan kegiatan 3R melakukan pengurangan sebesar 7% (<https://ditjenppi.menlhk.go.id>)

Pengelolaan limbah B3 dapat dilakukan secara kimia dan fisika dengan stabilisasi atau solidifikasi, sebelum dibuang ke lingkungan ditambahkan bahan pengikat dan senyawa pereaksi sehingga kelarutannya dan penyebaran daya racun limbah menurun dan terbatas. Penerapan *solidification/ stabilization* dapat diterapkan untuk mengolah limbah B3 dengan mencampurkan bahan tambahan (aditif) pada limbah B3 guna mengurangi daya racun dan penyebaran limbah.

Industri kosmetik menggunakan kemasan plastik yang didekorasi dengan cat pelapis untuk memperindah kemasan dan menambah daya tarik konsumen, industri ini menghasilkan limbah berupa limbah padat, cair dan gas. Pengelolaan dapat dimulai dari sumber timbulan limbah dengan cara pencegahan melalui rekayasa peralatan proses pengecatan yang efisien, pemanfaatan limbah menjadi produk, dan pengolahan limbah untuk memenuhi baku mutu lingkungan (Helena *et al*, 2018).

Bahan baku pada industri kemasan plastik kecantikan adalah resin, pewarna, cat, pelarut dan komponen pendukung lainnya. Pada proses produksi tahap dekorasi kemasan plastik berimplikasi pada peningkatan limbah yang dihasilkan, termasuk limbah B3. Limbah B3 dari produksi kemasan plastik kecantikan antara lain oli bekas, limbah cat berupa lumpur cat, lumpur dari instalasi pengolahan air limbah, benda-benda yang terkontaminasi limbah B3, kaleng cat dan oli, sisa bahan kimia dan bahan kimia yang kadaluarsa.

Pada industri kemasan kosmetik penggunaan bahan kimia sebagai bahan campuran atau pelapis plastik dibutuhkan untuk menambah nilai estetika pada produk dan memenuhi permintaan pasar, sehingga digunakanlah cat dan pelarut yang bisa

menghasilkan lapisan warna yang lebih menarik. Lumpur cat dihasilkan dari sisa pelapisan dengan menggunakan cat pada kemasan plastik yang tidak melekat pada produk, jika tidak diperhatikan dan ditangani secara khusus berdampak pada kesehatan manusia dan lingkungan sekitar karena termasuk dalam kategori limbah B3, Pemerintah mewajibkan lumpur cat dari sisa kegiatan industri untuk dikelola terlebih dahulu ketentuannya diatur dalam Peraturan Pemerintah Nomor 101 tahun 2014 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun.

Pada industri kemasan plastik kecantikan yang berlokasi di Kabupaten Demak berpotensi menimbulkan dampak terhadap lingkungan berkaitan dengan kontribusi limbah yang dihasilkan. Langkah tepat untuk melakukan pengelolaan limbah B3 melalui pendekatan penilaian siklus hidup produk dan pengaruhnya terhadap lingkungan serta melalui pendekatan ekonomi dan kesehatan. Penilaian siklus hidup dikenal dengan *Life Cycle Analysis (LCA)* menggunakan pedoman ISO 14040. LCA yaitu proses mengevaluasi dampak dari suatu produk terhadap lingkungan dengan menghitung konsumsi energi dan emisi di seluruh periode siklus hidupnya. Penggunaan LCA pada pengelolaan limbah cat bertujuan dapat membantu pengambilan keputusan dalam menentukan strategi pengelolaan limbah yang memiliki dampak terkecil terhadap lingkungan serta meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya dan mengurangi dampak yang ditimbulkan (Khan *et al* 2002; Rose and Evans 2002).

## **B. Pertanyaan Penelitian**

Dari uraian diatas dirumuskan beberapa pertanyaan penelitian yaitu:

1. Apa saja timbulan dan karakteristik limbah cat yang dihasilkan pada industri kemasan kosmetik?
2. Bagaimanakah kondisi pengolahan limbah cat yang telah dilakukan oleh industri kemasan kosmetik?
3. Bagaimanakah mengembangkan pengelolaan limbah cat melalui pendekatan rekayasa proses dan pengurangan timbulan limbah B3 dan mengubah limbah menjadi produk (“*waste to product*”)?
4. Apa saja potensi dampak lingkungan yang ditimbulkan dari industri kemasan kosmetik dari plastik dengan metode *Life Cycle Assesment (LCA)*?
5. Bagaimanakah strategi pengelolaan limbah cat pada industri kemasan kosmetik secara berkelanjutan?

## **C. Orisinalitas**

Berdasarkan penelusuran jurnal nasional dan internasional terdapat beberapa penelitian dengan tema manajemen limbah dan pengendalian limbah cat pada industri otomotif, atau beberapa limbah B3 yang dihasilkan industri yang berupa *paint sludge* saat ini manajemen pengelolaannya hanya bertumpu pada pilihan teknologi seperti insinerator dan pengelolaan oleh pihak ke-3. Dilihat dari sudut originalitas maka penelitian ini berbeda dengan penelitian terdahulu, Limbah cat berupa lumpur cat yang dihasilkan oleh industri kemasan plastik belum pernah dilakukan pengelolaan. Dengan metode LCA dapat membandingkan beberapa strategi pengolahan terbaik dilihat dari dampaknya terhadap lingkungan. Pengelolaan limbah cat dapat dilakukan secara

komprehensif atau dimulai dari penggunaan bahan baku, energi, dan rekayasa teknik, pengurangan volume limbah, dan menjadikan limbah cat bernilai ekonomis.

Penelitian terdahulu yang berhubungan dan mendukung dengan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Koolivand *et al.* (2017). Kajian guna mengetahui komposisi limbah dan praktik pengelolaan terkait kawasan industri, sejumlah 20 industri dipilih dan limbahnya diurutkan secara manual dan ditimbang untuk menentukan komposisi fisik limbah yang dihasilkan, identifikasi melalui wawancara dan observasi dihasilkan total laju limbah sebanyak 3.890,4 kg/hari. Total limbah berbahaya menyumbang hampir 6,85 % dari total limbah yang dihasilkan.
2. Avci *et al* (2017). Meneliti daur ulang limbah lumpur sebagai pengganti campuran pasir dan kapur dalam semen dan kapur. Hasil yang diperoleh dari spesimen *paint sludge*-semen dan *paint sludge*-kapur berupa perubahan penting sifat mekanik dengan adanya bintik dan perluasan yang mempengaruhi tampilan fisik struktur. Penambahan *paint sludge* pada semen atau kapur menghasilkan bahan ringan dan tidak berbau.
3. Salihoglu and Salihoglu (2015). Kajian tentang lumpur cat dari industri otomotif berupa turunannya, karakteristik dan pengelolaannya. Proses pembuatan otomotif membutuhkan beberapa sumber daya alam dan menghasilkan beberapa jenis limbah. Sumber utama limbah berbahaya pada pabrik otomotif adalah proses pengecatan, dan komponen terbesar limbah berupa lumpur cat dengan kode limbah EU 080113 yang mengisyaratkan karakteristik limbah berbahaya. Jumlah lumpur cat meningkat setiap tahunnya seiring dengan meningkatnya produksi mobil di seluruh dunia. Pengelolaan lumpur cat bergantung pada jenis cat yang

digunakan, teknik aplikasi, dan bahan kimia pendukung yang digunakan seperti *flocculants*, *detackifiers*, *pH boosters*, *antifoam agents*, *biocides*, dan teknik pengeringan. Pembuangan lumpur cat menggunakan teknik pembakaran pada incinerator karena kandungan karbon organik terlarutnya tinggi yang berasal dari cat. Dibutuhkan beberapa penelitian untuk mendaur ulang lumpur cat seperti mendaur ulang sebagai cat baru dan memanfaatkan lumpur untuk produksi bahan bangunan. Penelitian tentang penerapan lumpur cat dalam pengomposan dan biogasifikasi juga bias bermanfaat. Penelitian berkelanjutan saat ini sedang dilakukan pada teknik aplikasi baru sebagai pencegahan lumpur cat dan meningkatkan efektifitas transfer cat. Kemajuan dalam kimia cat dan pelapis dapat mengurangi ketebalan dan menurunkan tingkat timbulan lumpur cat. Kajian pada perusahaan manufaktur otomotif di Turki hasilnya berupa ringkasan temuan karakteristik sampel lumpur cat.

4. Rao dan Kota (2016). *Solid and Hazardous Management*. Pengelolaan limbah B3 yang bersifat korosif, beracun, mudah terbakar, dan reaktif ditangani secara serius dimulai dari bagaimana penyimpanannya, pengangkutannya, teknologi pengolahannya, pembuangannya dan sampai dengan prosedur pemantauannya.
5. Fikri *et al.* (2015). Membandingkan skenario terbaik pengelolaan sampah B3 rumah tangga dengan menggunakan pendekatan *Life Cycle Assesment (LCA)*. Penelitian ini dibagi menjadi 4 tahap studi, meliputi penentuan skenario yang merupakan sebuah hipotesis, melakukan sampling timbulan sampah B3 Rumah tangga dan karakteristiknya, LCA berdasarkan ISO 14040:2006, serta analisis komparasi menggunakan software SimaPro 7.1 sehingga dihasilkan skenario terbaik. Pendekatan LCA memberikan keuntungan untuk menghasilkan strategi

pengelolaan limbah rumah tangga berbahaya dan beracun yang paling efektif dengan mempertimbangkan dampak lingkungan sehingga kelestarian lingkungan dapat tercapai.

6. Said *et al.* (2016). Melakukan eksperimen dengan menggunakan *Waste Latex Paint* (WLP) sehingga menghasilkan *Latex Modified Concrete (LMC)* bernilai ekonomi sebagai pelapis beton. Latar belakang penelitian ini adalah sekitar 35 juta limbah cat latex setiap tahunnya di Amerika dan produksi semen portland membutuhkan energi yang tinggi untuk operasionalnya yang ikut bertanggung jawab atas 5% dari emisi CO<sub>2</sub> setiap tahunnya di dunia. Beton yang terbuat dari semen portland lemah dalam ketegangan, rentan terhadap pengikisan oleh bahan kimia, dan memiliki rasio kekuatan terhadap beban berat rendah. Dengan demikian untuk mengatasi kerentanan dilakukan penelitian dan pengembangan teknik pencampuran berbasis polimer yang dapat diadopsi dan dipraktikkan langsung dilapangan. Hasil dari penelitian ini adalah limbah cat lateks dapat digunakan menjadi pengganti yang tepat atau sebagai zat aditif pada beton berbasis Stirena Butadiena Rubber (SBR), secara keseluruhan kinerja WLP sebanding dengan campuran SBR.
7. Couto *et al.* (2013). *Hazardous waste management in Portugal*. Kajian mengenai limbah berbahaya di negara Portugal dengan banyak perubahan politik dilakukan untuk meminimalkan atau mengelola limbah berbahaya. Limbah berbahaya dimaksud karena dalam proses pengolahannya menghasilkan logam berat dan dioksin. Untuk menurunkan volume limbah B3 dan pelepasan limbah B3 ke lingkungan, pemerintah Portugal memodifikasi kerangka undang-undang,



pemulihan infrastruktur jaringan, dan menciptakan teknologi baru untuk pengelolaan limbah B3 industri.

8. Ordouei and Elkamel (2017). Melakukan penelitian menggunakan desain proses kimia secara konvensional fokus utamanya dilihat dari sudut pandang ekonomi, penelitian ini memperkenalkan pendekatan terbaru dengan desain proses yang berkelanjutan menggunakan *Composite Sustainability Index (CSI)* dengan data yang minimum untuk memonitor kinerja keberlanjutan suatu proses kimia. CSI diterapkan pada proses yang ada untuk tujuan desain *Cradle-to-Cradle* dengan pengurangan dampak lingkungan yang signifikan dari proses. Metodologi CSI dapat diterapkan pada proses kimia, kilang, petrokimia, minyak & energi, bahan bakar dan biofuel.
9. Arce *et al* (2010). Pengelolaan limbah cat dengan cara stabilisasi atau dengan solidifikasi. Penerapan cat berbasis pelarut dengan penyemprotan dalam bilik cat banyak digunakan dalam berbagai aktivitas di industry. Limbah yang dihasilkan sebagai *overspray* menjadi masalah lingkungan dan pengelolaan yang penting terutama karena karakteristik pelarut organik yang berbahaya, sehingga perlu pengelolaan limbah ini secara tepat. Penelitian yang dilakukan ini guna mendegradasi kontaminan dan mengurangi pelepasannya ke lingkungan.
10. Akyol (2012). Pengelolaan limbah cair dengan cara elektrokoagulasi pada industri cat. Limbah perusahaan manufaktur cat mengandung senyawa yang sangat berbahaya dan beracun serta senyawa *biorefractory* organik seperti *Chemical Oxygen Demand (COD)*, *Biochemical Oxygen Demand (BOD)* dan *Total Organic Carbon (TOC)* ini membahayakan ikan dan mahluk hidup lainnya serta mencemari rantai makanan jika dibuang langsung ke lingkungan. Dampak

yang lain jika cat digunakan dalam ruangan tertutup dan kontak dengan manusia akan mengiritasi mata, kulit, paru-paru, mual dan muntah. Efek kronik yang timbul dapat mengakibatkan kelemahan otot, kerusakan hati dan ginjal. Untuk menghilangkan COD dan TOC dan warna dari limbah industri seperti biodegradasi, adsorpsi, filtrasi membran, koagulasi-flokulasi, proses oksidasi lanjut seperti ozon, fotokimia, fenton, elektokimia, dll. Eksperimen pembuatan cat dari limbah cat dengan proses elektrokoagulasi, efektivitas parameter pengoperasian elektrokoagulasi menggunakan elektroda (Al dan Fe), pH awal (2-10) dengan arus 5-80 A/m<sup>2</sup> dan waktu operasi (0-50 menit) dievaluasi pada keadaan optimal. Uji toksisitas menggunakan metode respirometri untuk mendapatkan informasi tentang efek toksik limbah cair, kinerja elektrode Al lebih baik daripada elektrode Fe dalam hal efisiensi pemisahan dan biaya operasi.

11. Sudarno (2015). Melakukan penelitian penggunaan materi daur ulang untuk mengurangi penggunaan material baru perkerasan jalan, memberi mnafaat lingkungan mampu mengurangi konsumsi energi, emisi CO<sub>2</sub> serta mencegah banjir di sekitar badan jalan. Hasil yang diperoleh kuat tekan bebas dipengaruhi oleh penambahan semen sedangkan penambahan agregat baru berupa campuran serat karung plastik polipropilen menurunkan kuat tekan belah dan meningkatkan kuat tarik.

**Tabel 1.1 Penelitian terdahulu**

No	Peneliti	Judul Penelitian	Hasil
1	Koolivand <i>et al.</i> (2016)	<i>Hazardous and industrial waste composition and associated management activities in Caspian industrial park, Iran.</i>	Kawasan industri di kaspia Iran menghasilkan limbah 3.890,4 kg/hari, dan total limbah berbahaya menyumbang hampir 6,85 % dari total limbah yang dihasilkan. Pengelolaan limbah yang terbaik dengan meningkatkan motivasi daur ulang sampah dan penggunaan kembali.
2	Avci <i>et al.</i> (2016)	<i>Investigation and recycling of paint sludge with cement and lime for producing lightweight construction mortar.</i>	Penggunaan <i>paint sludge</i> pada bahan bangunan sebagai pengganti agregat, dimasukan didalam semen dan kapur hasilnya diperoleh bahan bangunan konstruksi ringan, dapat menginsulasi panas dan suara, oleh karena kekuatan lentur dan tekanan relative menurun dengan meningkatnya kadar <i>paint sludge</i> pada sample.
3	Salihoglo and Salihoglu (2015)	<i>A review on paint sludge from automotive industries: Generation, characteristics and management.</i>	Kajian tentang lumpur cat dari industri otomotif mengenai turunannya, karakteristik dan manajemen pengelolaannya. Pengelolaan lumpur cat bergantung pada jenis cat yang digunakan, teknik aplikasi, dan bahan kimia pendukung yang digunakan seperti: <i>flocculant, detackifier, pH booster, antifoam agent, biocide</i> , dan teknik pengeringan. Pembuangan lumpur cat adalah incinerator karena kandungan karbon organik terlarutnya tinggi yang berasal dari cat.
4	Sultan and Kota. (2016)	Pengolahan limbah padat dan limbah B3	Kajian pengelolaan limbah berbahaya berdasarkan karakteristiknya (mudah menyala, korosif, reaktif, dan beracun), pengelolaannya dimulai dari bagaimana penyimpanan, pengangkutan, pembuangan, dan teknologi pengelolaan limbah berbahaya seperti biologi, fisik, dan kimia. Parameter yang dianalisis kualitas udara ambien, kualitas air tanah, dan kualitas air permukaan.

5	Fikri <i>et al.</i> (2015)	Skenario pengelolaan sampah B3 rumah tangga (B3 RT) di kota Semarang dengan menggunakan pendekatan <i>Life Cycle Assesment (LCA)</i> .	Strategi pengelolaan limbah rumah tangga berbahaya dan beracun dengan dilakukan pemilahan di TPST mampu menurunkan emisi gas rumah kaca sebesar 14,59% dibandingkan dengan kondisi tanpa pengelolaan, dengan emisi gas rumah kaca yang dilepaskan ke lingkungan sebesar 5.266,72 ton CO <sub>2</sub> eq/tahun.
6	Said, <i>et al.</i> (2016)	<i>Latex-modified concrete overlays using waste paint.</i>	Limbah cat lateks dapat digunakan menjadi pengganti yang tepat atau sebagai zat aditif pada beton berbasis <i>Stirena Butadiena Rubber (SBR)</i> , secara keseluruhan kinerja WLP sebanding dengan campuran SBR.
7	Couto, <i>et al.</i> (2013)	<i>Hazardous waste management in Portugal.</i>	Evaluasi pengolahan limbah B3 di Portugal sebagai kerangka Undang-undang, pengadaan infrastruktur pusat pemulihan terpadu, dan teknologi yang diterapkan guna menurunkan volume limbah B3,
8	Ordouei & Elkamel (2017)	<i>New composite sustainability indices for Cradle-to-Cradle process design: Case study on thinner recovery from waste paint in auto industries.</i>	<i>Composite sustainability index (CSI)</i> merupakan metode perancangan proses keberlanjutan diterapkan pada proses yang ada pada desain <i>Cradle-to-Cradle</i> untuk mengurangi dampak lingkungan.
9	Arce <i>et al.</i> (2010)	<i>Stabilization/solidification of an alkyd paint waste by carbonation of waste-lime based formulation.</i>	Proses solidifikasi/stabilisasi berdasarkan karbonisasi yang dipercepat diselidiki sebagai imobilisasi sebelum pengolahan dan dibuang ke pembuangan atau TPA. Tujuan proses solidifikasi/stabilisasi ini untuk melumpuhkan kontaminan dan mengurangi pelepasannya ke lingkungan.

10	Akyol (2012)	<i>Treatment of paint manufacturing wastewater by electrocoagulation.</i>	Pembuatan cat berasal dari <i>Paint manufacturing waste</i> (PMC) dengan proses <i>electrokoagulasi</i> (EC) menggunakan electrode Al dan Fe, PH awal 2-10, arus yang digunakan 5-80 A/m <sup>2</sup> dan waktu operasi 0-50 menit dievaluasi untuk operasi optimal. Teknik EC peralatannya lebih sederhana, mudah dioperasikan, waktu retensi rendah, sedikit menggunakan bahan kimia dan begitu pula lumpur yang dihasilkan lebih sedikit, dan memiliki keunggulan jika dibandingkan dengan pengelolaan limbah secara konvensional.
11	Sudarno (2015)	Daur ulang Material lapis perkerasan jalan sebagai upaya mengurangi konsumsi energi	Hasil yang diperoleh kuat tekan bebas dipengaruhi oleh penambahan semen sedangkan penambahan agregat baru berupa campuran serat karung plastik polipropilen menurunkan kuat tekan belah dan meningkatkan kuat tarik.

## **D. Tujuan Penelitian**

### **1. Tujuan Umum**

Penelitian ini bertujuan bagaimana menentukan strategi terbaik pengolahan limbah cat pada industri kemasan kosmetik dengan menggunakan pendekatan LCA

### **2. Tujuan Khusus**

Tujuan khusus dalam penelitian ini adalah:

1. Mengidentifikasi timbulan dan karakteristik limbah cat yang dihasilkan pada industri kemasan kosmetik.
2. Menganalisis kondisi pengolahan limbah cat yang telah dilakukan.
3. Mengembangkan pengelolaan limbah cat melalui pendekatan pengurangan timbulan limbah cat dan mengubah limbah cat menjadi produk ("*paving block*").
4. Menganalisis potensi dampak lingkungan yang ditimbulkan dari pengelolaan limbah cat industri kemasan kosmetik dengan metode LCA.
5. Mengembangkan strategi pengelolaan limbah cat pada industri kemasan kosmetik secara berkelanjutan (aspek ekonomi, lingkungan dan kesehatan).

## **E. Manfaat Penelitian**

1. Mengembangkan ilmu pengetahuan dan teknologi dalam pengolahan limbah cat pada industri kemasan kosmetik.
2. Memberikan informasi mengenai jenis dan komposisi limbah cat pada industri kemasan kosmetik kecantikan, dan memberikan alternatif pengolahan limbah cat bagi industri serupa.
3. Hasil analisis keberhasilan strategi pengelolaan limbah cat menjadi metode pengendalian dampak berdasarkan kajian akademik dan teknologi aplikatif.