

**PRODUKSI KEMASAN DARI BAHAN DAUR ULANG:
TANTANGAN TERKAIT BAHAN BERBAHAYA**

TUGAS AKHIR TERJEMAHAN ARTIKEL JURNAL ILMIAH

Diajukan oleh:

GEUBRINA RIZKI

NIM. 140702005

**Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Teknik Lingkungan**



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
BANDA ACEH
2020 M / 1442 H**

LEMBAR PERSETUJUAN

PRODUKSI KEMASAN DARI BAHAN DAUR ULANG: TANTANGAN TERKAIT BAHAN BERBAHAYA

TUGAS AKHIR TERJEMAHAN ARTIKEL JURNAL ILMIAH

Sesuai dengan Keputusan Rektor Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh
Nomor 14 tahun 2020 tentang Pedoman Pelaksanaan Penyelesaian Tugas Akhir
Mahasiswa Strata satu (S-1) Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh
pada Masa Tanggap Darurat *Coronavirus Disease* 2019 (Covid-19)
Diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh
Sebagai Beban Studi Memperoleh Gelar Sarjana dalam Prodi Teknik Lingkungan

Oleh:

GEUBRINA RIZKI

NIM. 140702005

Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Teknik Lingkungan

Disetujui Oleh:

Pembimbing I

Pembimbing II



Yeggi Darnas, M.T

NIDN. 2020067905



Arief Rahman, M.T.

NIDN. 2010038901

LEMBAR PENGESAHAN

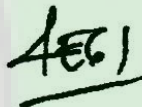
PRODUKSI KEMASAN DARI BAHAN DAUR ULANG: TANTANGAN TERKAIT BAHAN BERBAHAYA TUGAS AKHIR TERJEMAHAN ARTIKEL JURNAL ILMIAH

**Telah Diuji oleh Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry dan dinyatakan Lulus
Serta Diterima Sebagai Salah Satu Beban Studi Program Sarjana (S-1)
Dalam Ilmu Teknik Lingkungan**

Pada hari/tanggal: Jum'at, 28 Agustus 2020
9 Muharam 1442

Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir Terjemahan Artikel Jurnal Ilmiah

Ketua,



Yeggi Darnas, M.T
NIDN. 2020067905

Sekretaris,



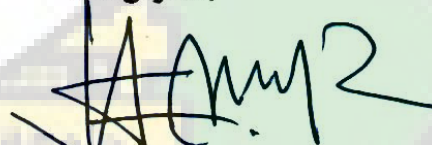
Arief Rahman, M.T
NIDN. 2010038901

Penguji I,



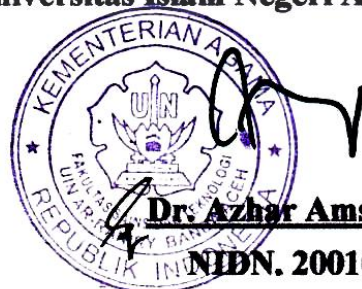
Nurul Kamal, M.Sc
NIDN. 0123036903

Penguji II,



Dr. Muhammad Nizar, M.T
NIDN. 0122057502

Mengetahui,
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh



Dr. Azhar Amsal, M.Pd.
NIDN. 2001066802

**LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN PENERJEMAHAN ARTIKEL
JURNAL ILMIAH**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Geubrina Rizki
NIM : 140702005
Program Studi : Teknik Lingkungan
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Artikel : *Production of Packaging from Recycled Materials: Challenges Related to Hazardous Substance*
Judul Terjemahan : Produksi Kemasan dari Bahan Daur Ulang: Tantangan Terkait Bahan Berbahaya

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penulisan Tugas Akhir Terjemahan Artikel Ilmiah ini, saya:

1. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu bertanggung jawab atas karya ini;
2. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik apapun, baik di Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh maupun di perguruan tinggi lainnya;
3. Karya tulis ini adalah merupakan gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan Dosen Pembimbing;
4. Tidak melakukan plagiasi terhadap naskah karya orang lain;
5. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebutkan sumber asli atau tanpa izin pemilik karya; dan
6. Tidak memanipulasi dan memalsukan data.

Bila di kemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian yang dapat dipertanggungjawabkan dan ternyata memang ditemukan bukti bahwa saya telah melanggar pernyataan ini, maka saya siap dikenai sanksi berdasarkan aturan yang berlaku di Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.

Banda Aceh, 24 Agustus 2020
Yang Menyatakan,



Geubrina Rizki

KATA PENGANTAR



Dengan mengucapkan Alhamdulillah segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah Swt., karena berkat limpahan anugerah dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir pengganti Skripsi yaitu menerjemahkan *Journal of Environmental Research, Engineering and Management* dengan judul Artikel Ilmiah “*Production of Packaging from Recycled Materials: Challenges Related to Hazardous Substances*”. Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh Gelar Sarjana pada Program Studi Strata-1 Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.

Dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, penulis mengalami kendala karena pandemi Virus Corona atau Covid-19. Namun, berdasarkan keputusan Rektor UIN Ar-Raniry No. 14 Tahun 2020 tentang pedoman pelaksanaan penyelesaian Tugas Akhir mahasiswa Strata satu (S-1) Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh pada masa tanggap darurat Covid-19. Maka penulis mengambil pilihan untuk menerjemahkan Artikel Ilmiah.

Dalam penyelesaian Tugas Akhir ini penulis menerima banyak sekali bantuan, dukungan, kritik, saran dan doa, sehingga Tugas Akhir ini berhasil diselesaikan. Oleh karena itu, dengan penuh kerendahan hati, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Dr. Eng. Nur Aida, M.Si. Selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan.
2. Ibu Yeggi Darnas, M.T., selaku Sekretaris Program Studi Teknik Lingkungan sekaligus Pembimbing I Tugas Akhir dan Penasehat Akademik, yang telah senantiasa membimbing dan memberikan tambahan ilmu serta solusi pada penulisan Tugas Akhir.

3. Bapak Arief Rahman, M.T., selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan masukan dalam tugas akhir penulis.
4. Bapak Nurul Kamal, M.Sc., selaku dosen penguji I yang telah memberikan masukan dalam tugas akhir penulis.
5. Bapak Dr. Muhammad Nizar, M.T., selaku dosen penguji II yang telah memberikan masukan dalam tugas akhir penulis.
6. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry
7. Kepada kedua orang tua yang sangat saya cintai, berkat pengorbanan, dukungan dan doa mereka penulis mampu menyelesaikan Tugas Akhir di Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry. Kepada adik tercinta yang selalu memberi dukungan untuk menjadi lebih baik di masa yang akan datang.
8. Teuku Raja Raihan Akbar, Teuku Ryven Trias Kembara, M. Akbar Ardiansyah Hasibuan, Cut Julianti, Ilhamullah, dan seluruh teman-teman Teknik Lingkungan khususnya angkatan 2014.
9. Cut Nadya, Desi Seruni, dan Ruhul Seroja teman seperjuangan yang telah membantu penulis dalam mengerjakan Tugas Akhir ini.

Akhir kata penulis berharap Allah Swt. membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu penulis menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan limpahan berkah dan rahmat-Nya. Semoga penulisan ini bermanfaat untuk pengembangan keilmuan dan pengetahuan di masa depan.

Banda Aceh, 24 Agustus 2020
Penulis,

Geubrina Rizki

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN PENERJEMAHAN ARTIKEL JURNAL ILMIAH	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	Viii
 BAB I ARTIKEL ASLI	 1
1.1 Introduction.....	1
1.2 Methods.....	3
1.2.1 Packaging recycling: targets, achievements, regulations	3
1.2.2 Packaging waste generation and treatment	4
1.2.3 Recycling Challenges.....	6
1.2.4 Regulations on hazardous substances	9
1.2.5 Using recycled raw materials in packaging production	12
1.3 Conclusions.....	15
References.....	17
 BAB II TERJEMAHAN ARTIKEL.....	 25
2.1 Pendahuluan.....	25
2.2 Metode	27
2.2.1 Daur ulang kemasan: target, pencapaian, peraturan.....	27
2.2.2 Pembuatan dan pengolahan limbah pengemasan	28
2.2.3 Tantangan daur ulang.....	30
2.2.4 Peraturan tentang zat berbahaya.....	33
2.2.5 Menggunakan bahan baku daur ulang dalam produksi kemasan..	37
2.3 Kesimpulan	40
 BAB III PEMBAHASAN	 42
 BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN.....	 47

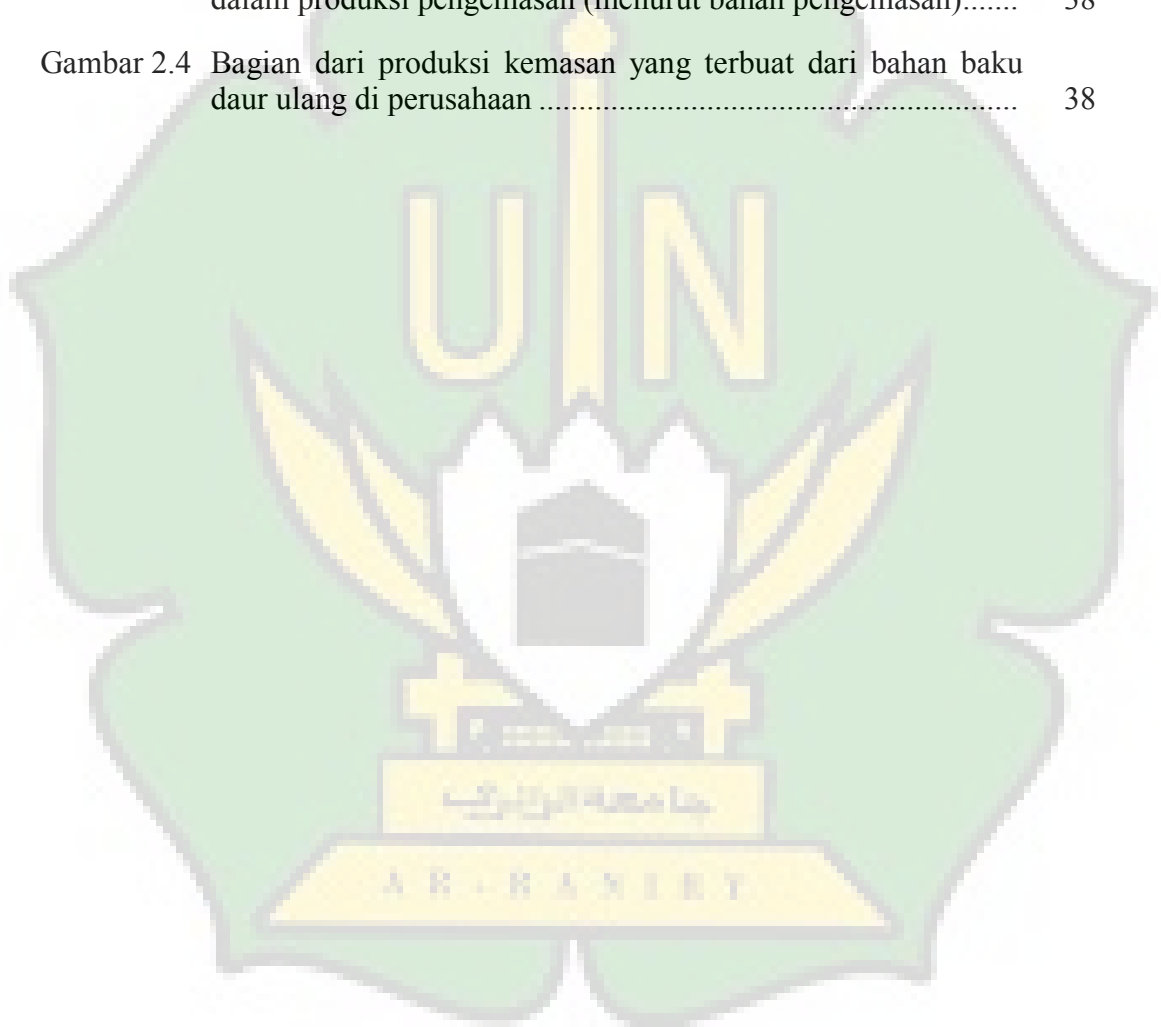
DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Identitas Jurnal Ilmiah.....	42
Tabel 3.2 Identitas Artikel.....	42



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Generasi dan Daur Ulang Limbah Kemasan di Negara UE di Tahun 2015	29
Gambar 2.2	Lingkaran rantai pasokan pengemasan dengan informasi yang Hilang tentang zat berbahaya dalam bahan pengemasan.....	34
Gambar 2.3	Pangsa produsen yang menggunakan bahan baku daur ulang dalam produksi pengemasan (menurut bahan pengemasan).....	38
Gambar 2.4	Bagian dari produksi kemasan yang terbuat dari bahan baku daur ulang di perusahaan	38



BAB I
ARTIKEL ASLI

**Production of Packaging from Recycled Materials: Challenges Related to
Hazardous Substances**

Ieva Kazulytė, Jolita Kruopienė

Kaunas University of Technology, Institute of Environmental Engineering,
Gedimino 50, LT-44239 Kaunas, Lithuania

ABSTRACT

Packaging waste that is not recycled or reused has a negative environmental effect and presents serious concern. At the same time, various materials, which were used to manufacture packaging, could be used as resources for production of new packaging or other products. For these reasons, legislation is tightening up with waste management objectives becoming more stringent in order to reduce the volume of not recycled, reused or recovered waste and encourage implementation of circular economy concept and use of materials based on the closed-loop principle. This paper analyses issues related to production of packaging by using materials from recycled packaging waste with the focus on the influence of hazardous substances the waste may contain, and considers potential problems in the context of implementation of circular economy principles according to the latest EU legislation.

Keywords: packaging, recycling, hazardous chemical substances, recycled raw materials in packaging production.

1.1. Introduction

A significant part of packaging economy still uses the linear model “take-produce-consume-discard”, which assumes that economic growth can be based on the abundance of resources and unlimited packaging waste disposal (Jurgilevich et al., 2016). At the same time, the concept of circular economy (CE) is getting more and more attention on various levels (Reike et al., 2018), including the legislation.

In the circular economy, various materials are highly valued and perceived as a source of resources, unlike in the traditional, linear economy model (EC, 2018c; Geisendorf and Pietrulla, 2018). Generally speaking, the main purpose of CE for industry is “closing the loop” to promote industrial systems minimising waste, and reducing raw material and energy inputs (Stahel, 2016; Niero and Hauschild, 2017). When turning the linear economy model in to the circular economy model, it is important to understand and separate three existing ways to close the loop (Stahel, 2013). They are “reduce, reuse and recycle” materials and product options (Jurgilevich et al., 2016; Zink and Geyer, 2017). For packaging, the “reduce” loop principle promotes package redesigns and increases material efficiency; it is related to the initial stage of packaging. When a product reaches the end of its life cycle, reuse and recycling provide an opportunity to extend keeping of materials in the economy (Clark et al., 2016). The “reuse” packaging loop’s intended purpose is to reuse packaging as many cycles as possible. Recycling is the third component of the “reduce, reuse, recycle” waste hierarchy. The “recycling” packaging loop’s intended purpose is to return resources as secondary raw materials back to the economy cycle for production of new packages or other products.

Legislation provides increasingly stringent targets for recycling of packaging. However, legislation does not demand the use of minimum levels of recycled materials in new packaging, nor does it require to have a certain share of production (packaging) to be made from recycled materials. In practice, a number of obstacles arise when trying to close the loops of packaging materials. Purity/genuineness of materials constituting the flow of used packaging is one of the major problems. Among the causes which may compromise its purity are substances used in packaging production or added to raw materials in order to make the production processes easier or improve the properties of the packaging.

The purpose of current article was to overview the issue related the use of recycled materials in the production of new packaging, concentrating on the potential presence of hazardous chemical substances in recycled packaging waste

flow. As well as, overview the most important legislation that regulates the further usage of recycled materials in the packaging supply chain.

1.2. Methods

An overview of recycling and barriers to recycling was based on the analysis of scientific literature, study reports, EU strategic documents and legislation, statistical data, as well as practical experience when working with and assisting companies to develop Declarations of Compliance of the EN 13427.

A survey was conducted in September 2018 with companies that manufacture packaging in Lithuania. In total, 82 such companies were identified, which manufacture packaging from glass, plastic, PET, paper and cardboard, metal, wooden, composite, and other (textile) materials. Questionnaires were sent by e-mail to the identified companies. The response was received from 48 companies out of 82. The questionnaire included questions on the use of recycled materials: does the company use recycled raw materials, why and how much, what share of production is made of recycled materials, what has inspired the production of packaging made from recycled materials, and what are the disadvantages of packaging produced from recycled materials.

1.2.1. Packaging recycling: targets, achievements, regulations Strategic aims for packaging recycling

The European Commission's ambition to increase recycling and promote a more environmentally friendly economy according to the circular economy concept causes countries to be concerned about the well-functioning packaging waste systems (Dodick and Kauffman, 2015). To improve them, the European Commission allocates much attention to packaging treatment targets in European Union. As a part of the circular economy package, the European Commission presented an action plan as well as a number of legislative proposals in 2015; proposals on Waste Framework Directive and Packaging and Packaging Waste Directive were among them (EC, 2015; European Parliament, 2016). In 2018, amendments to both directives were adopted: 2018/851 made amendments to the

Waste Framework Directive (2008/98/EC), and 2018/852 made amendments to Packaging and Packaging Waste Directive (94/62/EC).

Both directives pay attention to prevention, reuse, and collection of waste streams and set a number of new recovery and recycling targets. It is foreseen to increase municipal waste recycling/preparation for reuse to at least 55% by 2025, to 60% by 2030, and to 65% by 2035. Specific targets for packaging recycling by 2025 and 2030 are the following: for all packaging – 65% and 70%, plastic – 50% and 55%, wood – 25% and 30%, ferrous metals – 70% and 80%, aluminum – 50% and 60%, glass – 70% and 75%, and paper and cardboard – 75% and 85%, respectively.

Currently, the EU Member States have to comply with targets set in 2008 for recycling and recovery: a minimum of 60% recovery rate (including waste incineration); between 55% and 80% of packaging waste to be recycled; minimum rates of 60% for glass, paper and cardboard, 50% for metals, 22.5% for plastics, and 15% for wood.

A lot of attention is being paid to plastics as one of the priority areas (Hahladakis et al., 2018; Packaging Europe, 2018). A European Strategy for Plastics in a Circular Economy presents a vision that by 2030 all plastics packaging placed on the EU market is either reusable or can be recycled in a cost-effective manner (EC, 2018a).

1.2.2. Packaging waste generation and treatment

Currently, about a quarter of EU municipal waste is still landfilled, less than half is recycled or composted, with wide variations between Member States (Eurostat, 2018a). Packaging in the municipal waste stream constitutes some 34% (Eurostat, 2015a). Its generation, somewhat fluctuated during the previous years, might be due to the economic slump in 2009. On average, 84.5 million tonnes, or 166.3 kg/inhabitant, were generated in EU-28 in 2015 (Eurostat, 2018b). According to the report “The Future of Global Packaging to 2022”, the demand for packaging will grow steadily at 2.9% until 2022, which means, respectively, increase in packaging waste (Smithers Pira, 2018). Paper and cardboard (~41%),

plastics (~19%), glass (~19%), wood and metals are, in that order, the most common types of packaging waste in the EU Member States. Less than 0.3% are attributed to other materials. It needs to be noted that composite packages are usually declared according to material which is larger by weight.

The recycling and recovery rates of packaging waste evolved in parallel. The recycling rate went up from 56.9% in 2006 to 65.8% in 2015 (for EU-27). The recovery rate rose from 68.9% in 2006 to 79.0% in 2015 (Eurostat, 2018b). Recycling was the main form of recovery in all countries; in addition, recovery also includes incineration at incinerators with energy recovery.

Fig 1.

Generation and recycling of all packaging waste in EU countries in 2015 (Eurostat, 2018b)

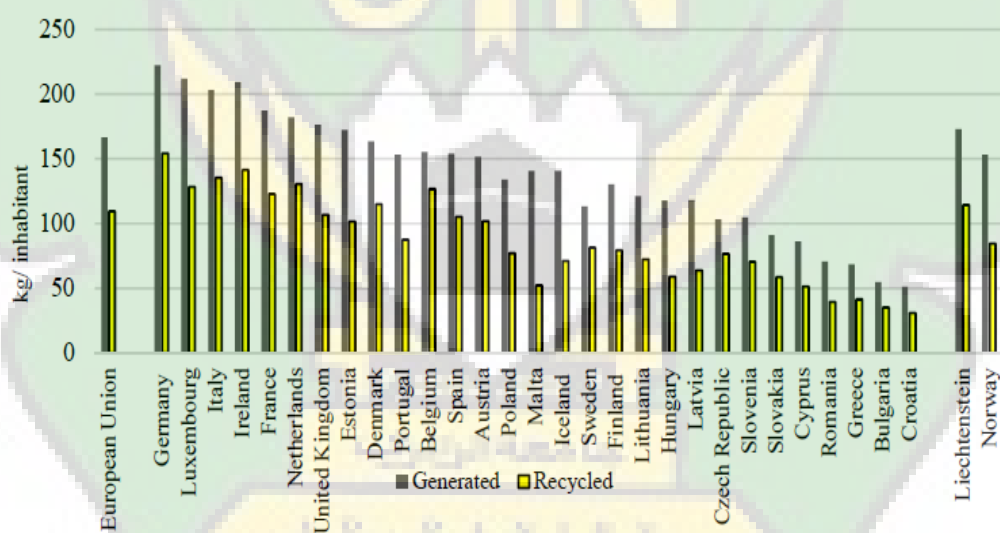


Fig. 1 gives an overview of the situation reported by the EU Member States in 2015 on packaging waste generated and recycled per inhabitant. There were wide variations across the Member States. The generation rate varied between 51.2 kg/inhabitant in Croatia to 222.3 kg/inhabitant in Germany. Germany also reported the highest amount of packaging waste recycled (154.1 kg/inhabitant). However, when expressed in percentage, Belgium had the highest rate for both recycling (81.5%) and recovery (99.3%) (Eurostat, 2018b).

Regarding different packaging materials, the average recycling rate was the following: 85% for paper and cardboard packaging; 78% for metallic packaging; 74% for glass packaging; 40% for wooden packaging, and 42% for plastic packaging (Eurostat, 2016). Obviously, targets set for 2008 by Directive 94/62/EC were reached and exceeded, pointing to the need of more ambitious aims.

Statistics show the amount of recycled materials, but do not indicate whether this was a closed-loop recycling, where the recycled materials were incorporated back into the packages, or whether it was an “open-loop” recycling, where materials were used for other purposes.

1.2.3. Recycling challenges

Packaging recycling as well as the use of recycled materials for packaging production face a variety of challenges related to technical, economic, environmental, social and legal issues. Increasing recycling costs, lack of raw materials, availability of technologies to separate different materials, increasing numbers of legal acts are just a few examples of them. One of the barriers faced by operators who want to use secondary raw materials is uncertainty as to their quality. Many problems occur in packaging recycling when attempts to solve the issue of hazardous substances in packaging are shifted to the end of the process instead of eliminating them at the outset of the product cycle. Contamination of collected packaging materials with chemicals hinders their further processing and handling. This can happen either due to the use of certain raw materials and additives in the packaging, or because of what was packaged and stored (Hopewell et al., 2009; Peenarun et al., 2004; Pivnenko et al., 2016).

Recycling opportunities and barriers by the type of packaging materials are reviewed below.

Plastics packaging. Simple, but true: when plastics are recycled, they are usually “downcycled” (Plastics Europe, 2017). Plastics cannot go through the closed-loop recycling processes like glass or metal, because they cannot be made into the product with same quality, and end up being harmful because of their chemical properties and how they were made in the beginning (Koushal et al.,

2014; Ningwei et al., 2009; Plastics Europe, 2016). To attain the desired products, more chemicals and additives are added to the recycled products (McDonough and Braungart, 2002). These additives, used for recycled plastic packaging, mean that plastics often contain a complex blend of chemical substances (DTI, 2014; Li et al., 2009; Satapathy, 2016). Thus, plastics are not always pure products but mixed with resins and waxes, plasticizers, oils, etc. (EC, 2018b; Lahimer et al., 2017). The risk of contamination increases when packaging is made and products are packed outside the EU (Stenmark et al. 2017). Traceability of chemical additives of plastics composition can be a significant barrier to further cyclic use of packaging because they can harm the quality of the recycled material. That is why it is very important for chemical engineers, packaging manufacturers, processors and others to share information about chemicals and processes in packaging. Recycling also becomes complicated when co-extrusion or lamination combines multiple materials.

The broad stream of recycled plastics cannot compete with virgin plastics so far. The plastic packaging chain is currently a dominantly supply-led market: the plastic packaging material is recycled, regardless of the demand for these recycled plastics. And although the demand for recycled plastics for packaging is certainly rising, this is not enough to offset the demand for the primary plastic materials (KIDV, 2017). According to Villanueva and Eder (2014), the main challenge for the plastics recycling industry is that plastic processors require large quantities of recycled plastics, manufactured to strict specifications, which must remain at a competitive price in comparison with that of virgin plastic. Price is the key determinant in the demand for recycled plastics (European Parliament, 2017).

Paper and cardboard packaging. Paper has always been a significant source of raw material. Paper and carton board packaging are easily recyclable. However, paper packaging cannot be recycled indefinitely because fibres get shorter and weaker each time when they are recycled. Some virgin fibre must be introduced into the process to maintain the strength and the quality of the fibre. Recycled paper and board often contain mineral oils and many other substances which may migrate at levels exceeding safe thresholds. Paper packaging may

incorporate a significant number of chemicals, added mainly during the printing and converting processes (i.e., binding, gluing, laminating, labelling), before the product reaches the consumer (Pivnenko, 2016; Smith, 2011).

Glass packaging. Glass packaging is close to 100% recyclability and can be recycled endlessly without significant loss in purity or quality. It is possible to substitute for up to 95% of raw materials. The specific quantity of recycled contents depends on technical performance, consumer acceptance, or colour of glass. Making recycled glass products from cullet consumes by 40% less energy than making new glass from raw materials because of the lower temperature needed for the process. Glass can be safely reused, because chemicals from glass do not migrate. Glass containers have a low rate of chemical interaction with their contents because they are made from natural and stable materials such as sand and limestone. Thus, glass recycling is a closed-loop system, creating no additional waste or products (Padmalatha and Shresta, 2016; West, 2015). Nevertheless, there are some problematic issues, such as increase of heavy metals concentration, even with glass packaging recycling (see section “Regulations on hazardous substances”).

Metal packaging. Metal packaging is the perfect example of the circular economy. Metal packages are infinitely recyclable without loss of quality and there is no “down cycling” of materials; they enter the material-to-material loop (PRAG, 2009). Metal recycling does not necessarily require the addition of primary material or chemical additives to enable the basic material function and properties (Metal Packaging Europe, 2017). Metal food packaging, e.g., aluminium, can continue almost indefinitely. However, untreated aluminium surfaces are prone to oxidation which can cause some loss of material during recycling (Geueke et al., 2018).

Composite packaging. Although individual components that composite packaging is made from may be technically recyclable, the difficulties in sorting and separating the material, for example, of laminates and metalized films, preclude recycling in real practice.

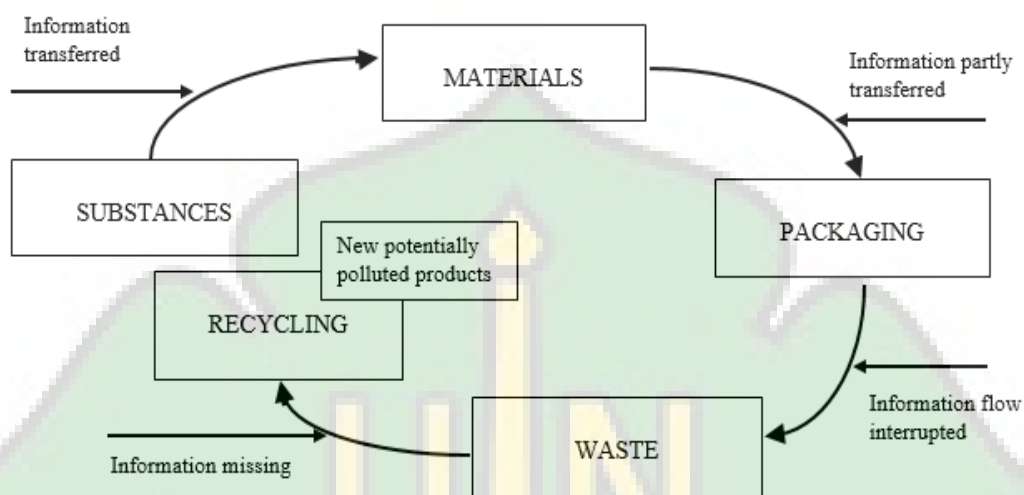
1.2.4. Regulations on hazardous substances

When concentrating on turning waste into resources, increasing resource efficiency, and closing the loop in the circular economy, considerable attention needs to be paid to the implementation of the recycling process for all waste streams with regard to chemicals that they contain. For packaging, there are regulations that require the presence of certain hazardous substances in packaging materials and their components be minimised to protect consumers and workers, and reduce environmental emissions.

REACH Regulation (Regulation (EC) No 1907/2006) is the main EU law on chemicals, which sets ambitious chemicals safety standards. Among other, it sets requirements for communication in the supply chain regarding the environmental and health risks posed by substances. Nevertheless, neither REACH nor other legal acts and existing practices ensure that information on hazardous chemicals is properly passed along the entire material cycle and potential subsequent life cycles (Fig. 2). When the information chain gets broken, this results in technical and financial problems for recyclers, lost trust in secondary raw materials, and in potential for contaminated products, causing health and environmental concerns, entering the market in the new cycle (Bernard and Buonsante, 2017; EC, 2018b; Janssen et al., 2017).

Fig. 2

The packaging supply chain circle with information missing about hazardous substances in packaging material



A special attention is given to substances of very high concern (SVHC). A number of measures encouraging substitution are applied to these substances, such as an authorisation procedure, or a requirement to provide information on SVHC substances in articles. If a waste flow contains SVHCs, it is more difficult to develop the recycling process (Janssen and Broekhuizen, 2016). It is still very hard to separate waste which contains SVHCs from SVHC-free waste streams in an early phase of the waste recycling process (Villanueva and Eder, 2014). These substances may be present in products sold before the restrictions applied. Some of them have a long lifetime, and therefore chemicals of concern can be found in recycling streams. Various measures are currently being developed to help identify SVHCs more easily, such as guidelines (Janssen et al., 2017 and Leeuwen van et al., 2017), or a new database on the presence of SCHCs in articles to be established at the European Chemicals Agency, as foreseen in the revised Dir. 2018/851.

In the packaging sector, important documents are Packaging and Packaging Waste Directive (94/62/EC) and the Standards (EN 13427:2004; EN 13428:2004; CEN/TR 13695-1:2000). They determine the level of chemicals used

in packaging and provide limits for four heavy metals in packaging material composition applications (Pb, Cd, Hg and Cr (VI) ≤ 100 ppm) (Chem Safety, 2018; Varžinskas et al., 2016). A packaging supplier must ensure that necessary measures have been taken to limit the level of heavy metals and, if possible, to further reduce them in accordance with CEN/TR 13695-1:2000 methodology, as well as the level of all hazardous substances or mixtures as specified in EN 13428:2004 and CEN/TR 13695-2:2004. However, when the Directive was adopted in 1994, practice showed that in many plastic crates, plastic pallets and glass that were on the EU market, heavy metals, due to production or technological reasons, were higher than the permissible 100 ppm limit (Lebedys et al., 2015). Therefore, exemptions have been granted to these types of packages which are in closed packaging systems and the 100 ppm limit is to be concerned by the derogation (2001/171/EC; 2006/340/EC). Studies by Jenseit and Gibbs (2015) showed that the negative environmental impact from extracting heavy metals from the plastic and treating heavy metals exceeded the environmental impact by allowing the heavy metals crates and pallets to be reused and recycled under strict conditions. A similar situation is with glass packaging. Experience has shown that there is a specific problem in the glass sector, as recycled glass is contaminated by glass material containing high quantities of lead (2001/171/EC).

According to the EN 13427, a Declaration of Compliance has to be provided for packages confirming the compliance with requirements related to the presence of heavy metals, and also to substances hazardous for the environment, having in mind the end-of-life treatment, when packaging goes to incineration or landfilling. It needs to be noted that until now, there have been no investigations on how much precise information is provided by manufacturers of packaging and packaging components in this declaration.

An important group of packaging is food packaging (food contact materials, FCM). Recycling of food packaging waste into new food packaging presents particular challenges (Geueke, dkk. 2018). A strict legal system applies to FCMs because they are intended to be brought into contact with food and are directly related to human health. The key document for this waste group is

Regulation on Food Contact Materials (EC) No 1935/2004. It sets up a general safety requirement applicable to all FCMs, and envisages a possibility for the adoption of specific safety requirements for seventeen FCMs. So far, such requirements have been adopted only for four FCMs: plastics (including recycled plastics), ceramics, regenerated cellulose, and so-called active and intelligent materials. Where specific requirements have not been adopted at the EU level, the Member States can adopt such measures at the national level. Some have done so, but the regulations vary in terms of their scope and level of protection. FCMs regulated by national legislation include such widely used FCMs as paper and board, metals and alloys, glass, coatings, silicones, rubbers, printing inks. EU regulations on food packaging require the same level of safety for chemicals migrating into foods for all recycled and virgin materials alike (ChemTrust, 2016; Karamfilova, 2016; Simoneau, dkk. 2016). Specific measures in case of FCMs are directed not only at materials, but also at hazardous substances directly, restricting or prohibiting their use, such as vinyl chloride monomer, nitrosamines, and BADGE, BFDGE and NOGE.

Assessment by the European Parliament has demonstrated that in spite of a solid legal basis on FCMs, regulations do not go far enough and contain holes (Chem Trust, 2016; Karamfilova, 2016). Finding hazardous substances in various food packages confirms a need for further actions. Examples were found to contain such hazardous substances as bisphenol A, phthalates, perfluorocarbons, nonylphenol, etc. in various types of packaging (paper and board packages, pizza boxes) during a Danish study, or mineral oils in Germany (Danish Consumer Council, 2015; Food Packaging Forum, 2015).

1.2.5. Using recycled raw materials in packaging production

The survey of packaging manufacturers in Lithuania revealed that 60% of those who participated in the survey use recycled raw materials in their production processes. Nevertheless, the percentage varied for various packaging materials. It was 100% for metal and glass packages, as well as for “other” packages. It needs to be noted that the group of “other” packages consisted of one single company,

producing “eco-friendly textile bags”, as they call them, and therefore it is a specific and not representative case. For paper and cardboard packaging, 75% of manufacturers confirmed the use of recycled raw material. Manufacturers of plastic and PET packaging were divided into two separate groups. However, it appeared that there was no difference between PET and other plastics. The share of those who use recycled raw materials made 68% in both cases. In the case of composite packaging, companies using recycled and only primary materials were equally divided: 50% and 50%. Surprisingly, there were only 25% of wooden packaging manufacturers who made it from the recycled materials. See Fig. 3 for all the results.

Only a small proportion, 15% of manufacturers, produce their entire production from recycled materials. This means that manufacturers of packaging, who replied that they were producing from recycled materials, in fact also had packages produced from primary raw materials only. The proportion of those who produced less than half and those who produced more than half of their production using secondary raw materials was similar, 45% and 40%, respectively (see Fig. 4).

Fig. 3

The share of manufacturers who use recycled raw materials in the production of packaging (by packaging material)

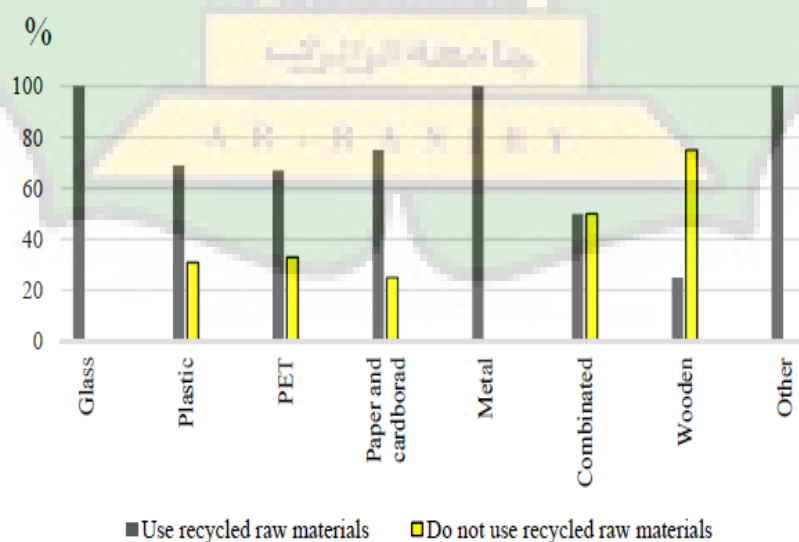
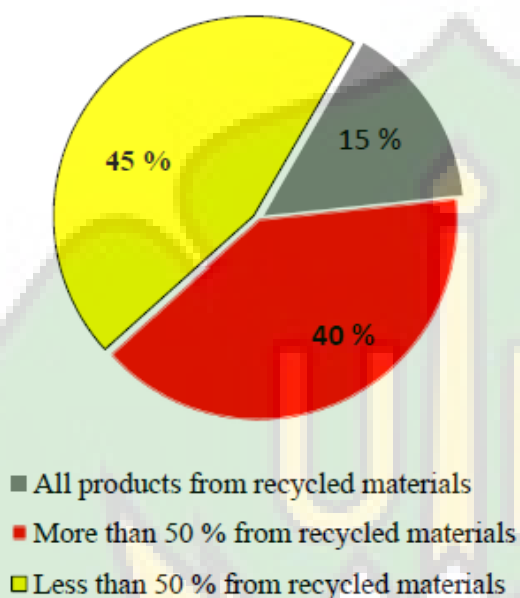


Fig. 4

Part of the packaging production that is made from recycled raw materials in companies (%)



The companies listed the following reasons which encouraged them to use secondary raw materials: willingness to be competitive with their companies, environmental policy in the company, a possibility to use it is a marketing measure, and trends in legislation.

Lithuanian companies are facing problems with implementation of the circular economy concept and manufacturing packaging from recycled materials. In the survey, manufacturers of packaging for recycled materials revealed several problems: unclear composition of recycled raw materials, insufficient amount of secondary material, and rising prices for secondary raw materials. We can conclude that the traceability of harmful substances in the supply chain is inadequate and the requirements for safe secondary raw materials are too low to produce a larger quantity of packaging from a secondary raw materials free from hazardous chemical additives to human health and the environment.

Results obtained on Lithuanian companies correlate well with statements of the Netherlands Institute for Sustainable Packaging that despite of rising

recycling of household waste of plastic packaging in the Netherlands, at the same time, costs are rising and quality is not yet high enough to compete with virgin raw materials. They come to the conclusion that the objective of a closed loop for plastics, both economically and in terms of raw materials, is not in sight yet (KIDV, 2017).

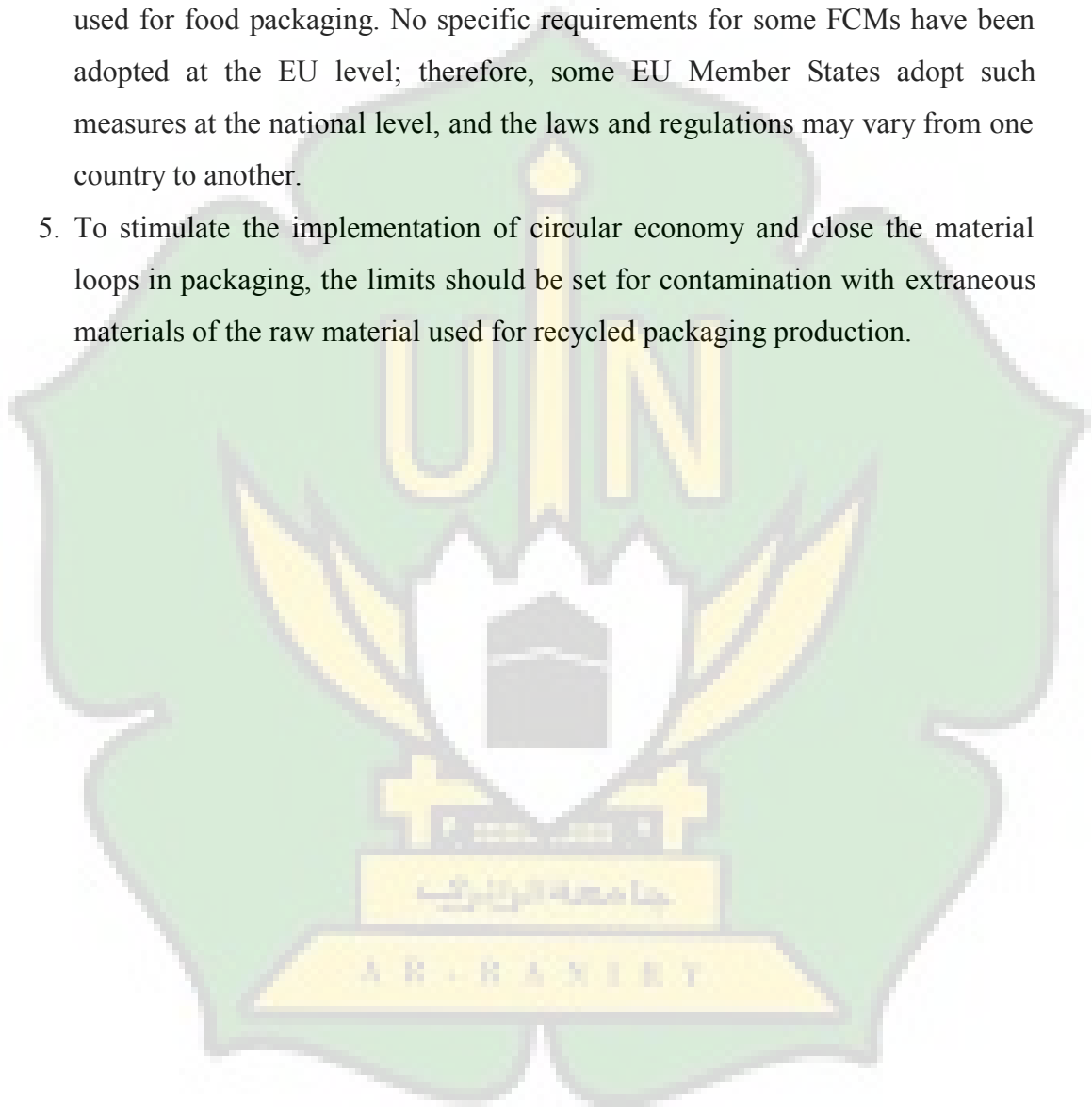
These examples show that further success with implementation of the circular economy concept in the packaging industry requires thorough general guidance of companies and clarification of numerous questions related to technologies and their advancements, safety issues of recycled material use, economic justification and other.

1.3. Conclusions

1. Circular economy documents formulate goals and strategic targets, such as recycling of used packaging materials placed to market and closing circular economy loops (reuse, recycle, renew) at 100%, but recommendations and guidelines on how to implement them are still under the preparation. As a result, packagers and processors are facing problems which they cannot solve on their own due to limited knowledge, information and resources they possess.
2. The increase in the share of recycled materials in the production of packaging, especially for food products, is directly linked to the information on composition of the material to be used. This information can be found by tracing the entire packaging supply chain before it is recycled and analysing the flow of chemicals. However, a complicated traceability process of hazardous substances in packaging materials presents a problem for waste operators seeking to increase the share of recycled materials in the packaging production.
3. Analysis of legislation related to packaging with reference to circular economy shows that until now regulations do not go far enough and contain certain holes. Neither REACH nor other legal acts and existing practices ensure that information on hazardous chemicals is properly passed along the entire material cycle and potential subsequent life cycles. The current state of

traceability of harmful substances in the supply chain is inadequate for proving which volume of secondary material is still safe to use and stays within limits set by REACH regulation and other documents.

4. Special attention at the legislative level is given to recycled materials which are used for food packaging. No specific requirements for some FCMs have been adopted at the EU level; therefore, some EU Member States adopt such measures at the national level, and the laws and regulations may vary from one country to another.
5. To stimulate the implementation of circular economy and close the material loops in packaging, the limits should be set for contamination with extraneous materials of the raw material used for recycled packaging production.



REFERENCES

- [1] Bernard A., Buonsante V. (2017) Keeping it clean: how to protect the circular economy from hazardous substances. European Environmental Bureau. Belgium.
- [2] CEN (European Committee for Standardization) (2000) CEN/ TR 13695-b 1:2000. Packaging – Requirements for measuring and verifying the four heavy metals and others dangerous substances present in packaging, and their release into the environment– Part 2: Requirements for measuring and verifying dangerous substances present in packaging, and their release into the environment.
- [3] CEN (European Committee for Standardization) (2004) CEN/TR 13695-b 2:2004. Packaging-Requirements for measuring and verifying the four heavy metals and other dangerous substances present in n packaging, and their release into the environment. Requirements for measuring and verifying dangerous substances present in packaging, and their release into the environment.
- [4] Schem Safety PRO (2018) Restriction of Hazardous Substances in Packaging Materials. Available at:http://www.chemsafetypro.com/Topics/Restriction/Restriction_of_Hazardous_Substances_in_Packaging_Materials.html
- [5] ChemTrust (2016) Chemicals in food contact materials: a gap in the internal market, a failure in public protection. Policy Briefing. Available at: <http://www.chemtrust.org/foodcontact/>
- [6] Clark J. H., Farmer T. J., Davila H. L., et al. (2016) Circular economy design considerations for research and process development in the chemical sciences. Journal of Green Chemistry. Vol. 18, 3914–3934. <https://doi.org/10.1039/C6GC00501B>
- [7] Danish Consumer Council (2015) Test: Unwanted chemicals found in pizza boxes. Available at: <http://kemi.taenk.dk/bliv-groennere/test-unwanted->

chemicals-found-pizza-boxes DTI (Danish Technological Institute) (2014) Hazardous substances in plastic materials. Prepared by COWI in cooperation with Danish Technological Institute. Survey of chemical substances in consumer products No. 132.

- [8] Dodick J., Kauffman D., A. (2015) Review of the European Union's Circular Economy Policy. Available at: <http://www.r2pipproject.eu/wp-content/uploads/2017/04/A-Review-of-the-European-Unions-Circular-Economy-Policy.pdf>
- [9] EC (European Commission) (2018a) A European Strategy for Plastics in a Circular Economy. COM 28 final.
- [10] EC (European Commission) (2018b) Commission staff working document accompanying the document A European Strategy for Plastics in a Circular Economy. SWD 16 final.
- [11] EC (European Commission) (2018c) Implementation of the Circular Economy Action Plan. Available at: http://ec.europa.eu/environment/circular-economy/index_en.htm
- [12] EC (European Commission) (2015) Closing the loop - An EU action plan for the Circular Economy. Available at: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:52015DC0614&from=EN>
- [13] EC (European Commission) (2008) Waste Framework Directive 2008/98/EC. Available at: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:32008L0098&from=EN>
- [14] EC (European Commission) (2006) 2006/340/EC. Commission Decision of 8 May 2006 amending Decision 2001/171/EC of the European Parliament and of the Council for the purpose of prolonging the validity of the conditions for a derogation for glass packaging in relation to the heavy metal concentration levels established in Directive 94/62/EC.
- [15] EC (European Commission) (2001) 2001/171/EC. Commission decision establishing the conditions for a derogation for glass packaging in relation

to the heavy metal concentration levels established in Directive 94/62/EC on packaging and packaging waste.

- [16] EC (European Commission) (1999) 1999//31/EC. Landfill Directive. Available at: <https://eur-lex.europa.eu/legalcontent/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:31999L0031&from=EN>
- [17] European Parliament and Council Directive (1994) Packaging and Packaging Waste Directive 94/62/EC. Available at: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:01994L0062-20150526>
- [18] European Parliament (2016). Circular economy package. Four legislative proposals on waste. Briefing, EU legislation in progress. Available at: <http://www.europarl.europa.eu/EPRS/EPRS-Briefing-573936-Circular-economy-package-FINAL.pdf>
- [19] Eurostat (2018a) Municipal waste statistics. Available at: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Municipal_waste_statistic#Municipal_waste_treatment
- [20] Eurostat (2018b) Packaging waste statistics. Available at: http://ec.europa.eu/eurostat/statisticsexplained/index.php?title=Packaging_waste_statistic&oldid=346581
- [21] Eurostat (2016) Recycling rates for packaging. Available at: <https://ec.europa.eu/eurostat/tgm/refreshTableAction.do?tab=table&plugin=1&pcode=ten00063&language=en>
- [22] European Parliament (2006) EC. No. 1907/2006 Regulation concerning the Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals (REACH), establishing a European Chemicals Agency, amending Directive 1999/45/EC and repealing Council Regulation (EEC) No 793/93 and Commission Regulation (EC) No 1488/94 as well as Council Directive 76/769/EEC and Commission Directives 91/155/EEC, 93/67/EEC, 93/105/EC and 2000/21/EC, 2016

- [23] European Parliament (2004) Regulation (EC) No 1935/2004. On materials and articles intended to come into contacts with food and repealing Directives 80/590/EEC and 89/109/EEC.
- [24] European Parliament (2017) Towards a circular economy – Waste management in the EU. Study, ISBN978-92-846-1548-3 Food Packaging Forum (2015) Mineral oils in food. Available at: <http://www.foodpackagingforum.org/news/mineral-oils-in-food>
- [25] Geisendorf S., Pietrulla F. (2018) The circular economy and circular economic concepts - a literature analysis and redefinition. Thunderbird International Business Review. Vol. 60: 1 –12. Available at: <http://onlinebrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/tie.21924> <https://doi.org/10.1002/tie.21924>
- [26] Geueke B., Groh K, Muncke J. (2018) Food packaging in the circular economy: Overview of chemical safety aspects for commonly used materials. Journal of Cleaner Production. Vol. 193: 491-505 <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.05.005>
- [27] Hahladakis J., N., Purnell P., Iacovidou E. et al. (2018) Post-consumer plastic packaging waste in England: Assessing the yield of multiple collection-recycling schemes. Journal of Waste Management. Vol. 75: 149-159. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.02.009>
- [28] Hopewell J., Dvorak R., Kosior E., (2009) Plastics recycling: challenges and opportunities. Journal of Royal Society. Vol. 364: 2115–2126. <https://doi.org/10.1098/rstb.2008.0311>
- [29] Janssen, M., Broekhuizen, F., Waste handling and REACH : Recycling of materials containing SVHCs: daily practice challenges. National Institute for Public Health and the Environment. 2016\
- [30] Janssen M., P., M, Spijker J., Lijzen J. et al. (2017) Plastics that contain hazardous substances: recycle or incinerate? RIVM Letter report. National institute of public health and the environment.

- [31] Jenseit, W., Gibbs, A., Study in Relation to the Derogation for Hazardous Substances in Crates and Pallets (Final Report). Report for European Commission. 2015
- [32] Jurgilevich A., Birge T., Lehtonen K. J. et al. (2016) Transition towards Circular Economy in the Food System. Sustainability. Vol. 8 (69). Available at: https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/182596/sustainability_08_00069.pdf?sequence=1
- [33] Karamfilova E. (2016) Food contact materials – regulation (EC) 1935/2004. European implementation assessment. European Parliamentary Research Service.
- [34] Koushal V., Sharma R., Sharma M. et al. (2014) Plastics: Issues Challenges and Remediation. Journal of Waste Resources. Vol. 4(1).
- [35] Lahimer M., Ch., Ayed N., Horriche J. et al. (2017) Characterization of plastic packaging additives: Food contact, stability and toxicity. Arabian Journal of Chemistry. Vol. 10(2), 1938-1954. <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2013.07.022>
- [36] Lebedys A., Milčius E., Varžinskas V. Et al. (2015) Issues Related to Implementation of the EU Requirements on Plastic Crates and Pallets Containing Heavy Metals in Lithuania. Journal of Environmental Research, Engineering and Management. Vol. 71(2): 31-41. <https://doi.org/10.5755/j01.arem.71.2.7167>
- [37] Leeuwen van., L., C., Wassenaar, P., N., H., Luit, R., J. (2017) Concentration limit value for substances of very high concern in waste streams. RIVM Report. National institute of public health and the environment
- [38] Li N., Mahat D., Park S. (2009) Reduce, Reuse, and Replace: A Study on Solutions to Plastic Waste. An Interactive Qualifying Project Submitted to the faculty of Worcester Polytechnic Institute. McDonough W., Braungart M. (2002) Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things Vol. 58.

- [39] Metal packaging Europe (2017) Metal packaging. Available at: <http://www.metalpackagingeurope.org/sustainability>
- [40] Niero M., Hauschild M. Z. (2017) Closing the loop for packaging: finding a framework to operationalize Circular Economy strategies, *Procedia CIRP*. Vol. 61: 685-690. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.11.209>
- [41] Ningwei L., Dilasha M., Seonhee P. (2009) Reduce, Reuse, and Replace: A Study on Solutions to Plastic Wastes. An Interactive Qualifying Project Submitted to the faculty of Worcester Polytechnic Institute. Available at: https://web.wpi.edu/Pubs/E-project/Available/E-project-050509-144523/unrestricted/biodegradable_plastics09.pdf
- [42] Packaging Resources Action group: PRAG (2009) Packaging and Recyclability. Available at: <http://www.wrap.org.uk/sites/files/wrap/Packaging%20and%20Recyclability%20Nov%2009%20PRAG.pdf>
- [43] Packaging Europe (2018) Plastic packaging waste statistics 2016: recycling passed 40%. Available at: <https://packagingeurope.com/plastic-packaging-waste-statistics-2016-recycling/>
- [44] Padmalatha, N. A., Shresta, P. (2016) Impact of recycling in glass industry: A project management study. *Journal of Social Science Research*. ISSN 2455-4839
- [45] Pennarun P. Y., Dole P., Feigenbaum A., (2004) Functional barriers in PET recycled bottles. Part I. Determination of diffusion coefficients in bioriented PET with and without contact with food simulants. *Journal of Applied Polymer Science*. Vol. 92:2845–2858. <https://doi.org/10.1002/app.20202>
- [46] Pivnenko K., Laner D., Astrup Th. F. (2016) Material Cycles and Chemicals: Dynamic Material Flow Analysis of Contaminants in Paper Recycling. *Environmental Science and Technology*. Vol. 50: 12302-12311. <https://doi.org/10.1021/acs.est.6b01791>

- [47] Pivnenko K., Olsson M. E., Gotze R. et al. (2016) Quantification of chemical contaminants in the paper and board fractions of municipal solid waste. *Journal of Waste Management*. Vol 51:43–54. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2016.03.008>
- [48] KIDV. (2017). Plastics chain project. Available at: <https://www.kidv.nl/7651/plastics-chain-project-vertaling.pdf?ch=EN>
- [49] Plastics Europe (2017) Plastics – the Facts 2017. An analysis of European plastics production, demand and waste data. Available at: https://www.plasticseurope.org/application/files/5715/1717/4180/Plastics_the_facts_2017_FINAL_for_website_one_page.pdf
- [50] Plastics Europe (2016) Zero plastics to landfill by 2025. Association of plastics manufacturers. Available at: <https://www.plasticseurope.org/application/files/3615/1310/3722/may-2016-zero-plastics-to-landfill.pdf>
- [51] Reike D., Vermeulen J. V., Vitjes S. (2018) The circular economy: New or Refurbished as CE 3.0? — Exploring Controversies in the Conceptualization of the Circular Economy through a Focus on History and Resource Value Retention Options. *Journal of Resources, Conservation and Recycling*. Vol. 135: 246-264. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.08.027>
- [52] Simoneau C., Raffael B., Garbin S. et al. (2016) Non-harmonized food contact materials in the EU: regulatory and market situation. JRC Science for Policy Report. EUR 28357 EN; doi:10.2788/234276.
- [53] 56. Smith R. (2011) The Environmental Sustainability of Paper. *Graduate Studies Journal of Organizational Dynamics*. Vol. 1(1).
- [54] 57. Smithers Pira of packaging (2018) The Future of Global Packaging to b 2022. Available at: <https://www.smitherspira.com/industry-market-reports/packaging/the-future-of-global-packaging-to-2022>

- [55] Stahel R., W. (2016) Circular Economy. International weekly journal of science: Nature 531: 435-438. Available at: <https://www.nature.com/news/the-circular-economy-1.19594> <https://doi.org/10.1038/531435a>
- [56] Stahel R. W. (2013) Policy for material efficiency—sustainable taxation as a departure from the throwaway society. Journal of Royal Society. Available at: <http://rsta.royalsocietypublishing.Org/content/roypta/371/1986/20110567.full.pdf>
- [57] Stenmark A., Belleza E., L., Franne A. et al. (2017) Hazardous substances in plastics – ways to increase recycling. Available at: <https://www.ivl.se/download/18.3016a17415acdd0b1f47cf/1491996565657/C233.pdf>
- [58] Satapathy S. (2017) An analysis of barriers for plastic recycling in the Indian plastic industry. Benchmarking: An International Journal. Vol. 24 (2): 415-430. Available at: <https://doi.org/10.1108/BIJ-11-2014-0103>. <https://doi.org/10.1108/BIJ-11-2014-0103>
- [59] Varžinskas V., Milčius E., Kazulytė I., Lebedys A. (2016) The Setup of Packaging Development Targeted at Source Reduction and Environmental Regulatory Compliance. Journal of Environmental Research, Engineering and Management. Vol. 72(2): 71- 82. <https://doi.org/10.5755/j01.erem.72.2.16101>
- [60] 63. Villanueva A., Eder P., (2014) End-of-waste criteria for waste plastic for conversion. Institute for Prospective Technological Studies. ISBN 978-92-79-40944-8
- [61] West L. (2015) Benefits of glass recycling: Why recycling glass? Available at: <http://static1.squarespace.com/static/53e2d95be4b02d879be812d8/t/55f3437ee4b016fee4e85708/1442005886629/Materials+Environmental+Articles.pdf>
- [62] Zink T., Geyer R., (2017) Circular Economy Rebound. Journal of Industrial Ecology. Vol. 21 (3):593-602. <https://doi.org/10.1111/jiec.12545>

BAB II

TERJEMAHAN ARTIKEL (ELSEVIER, Q1)

Produksi Kemasan dari Bahan Daur Ulang: Tantangan Terkait Bahan Berbahaya

Ieva Kazulytė, Jolita Kruopienė

Universitas Teknologi Kaunas, Institut Teknik Lingkungan, Gedimino 50, LT-44239 Kaunas, Lituania

ABSTRAK

Limbah kemasan yang tidak didaur ulang atau digunakan kembali memiliki efek negatif bagi lingkungan dan menimbulkan kekhawatiran yang serius. Pada saat yang sama, berbagai bahan, yang digunakan untuk pembuatan kemasan, dapat digunakan sebagai sumber daya untuk produksi kemasan baru atau produk lain. Oleh karena itu, pengetatan peraturan perundang-undangan dengan tujuan pengelolaan sampah menjadi lebih ketat untuk mengurangi volume sampah yang tidak didaur ulang, digunakan kembali atau dipulihkan dan mendorong penerapan konsep ekonomi melingkar dan penggunaan bahan berdasarkan prinsip loop tertutup. Makalah ini menganalisis masalah terkait produksi kemasan dengan menggunakan bahan dari limbah kemasan daur ulang dengan fokus pada pengaruh zat berbahaya yang mungkin terkandung dalam limbah tersebut, dan mempertimbangkan potensi masalah dalam konteks penerapan prinsip ekonomi melingkar sesuai dengan undang-undang UE terbaru.

Kata kunci: pengemasan, daur ulang, bahan kimia berbahaya, bahan baku daur ulang dalam produksi pengemasan.

2.1. Pendahuluan

Sebagian besar kemasan produk masih menggunakan model linier “ambil-hasilkan-konsumsi-buang”, yang mengasumsikan bahwa pertumbuhan ekonomi dapat didasarkan pada kelimpahan sumber daya dan pembuangan limbah

pengemasan yang tidak terbatas (Jurgilevich, dkk. 2016). Pada saat yang sama, konsep ekonomi melingkar (CE) semakin mendapat perhatian di berbagai tingkatan (Reike, dkk. 2018), termasuk peraturan perundang-undangan. Dalam ekonomi melingkar, berbagai material sangat dihargai dan dianggap sebagai sumber daya, tidak seperti model ekonomi linier tradisional (EC, 2018c; Geisendorf dan Pietrulla, 2018). Secara umum, tujuan utama CE untuk industri adalah "menutup lingkaran" untuk mempromosikan sistem industri yang meminimalkan limbah, dan mengurangi bahan baku serta masukan energi (Stahel, 2016; Niero dan Hauschild, 2017). Saat mengubah model ekonomi linier menjadi model ekonomi melingkar, penting untuk memahami dan memisahkan tiga cara yang ada untuk menutup loop (Stahel, 2013). Mereka adalah "mengurangi, menggunakan kembali dan mendaur ulang" bahan dan pilihan produk (Jurgilevich, dkk. 2016; Zink dan Geyer, 2017). Untuk pengemasan, prinsip lingkaran "kurangi" mendorong desain ulang kemasan dan meningkatkan efisiensi bahan; ini terkait dengan tahap awal pengemasan. Ketika suatu produk mencapai akhir siklus hidupnya, penggunaan kembali dan daur ulang memberikan kesempatan untuk memperpanjang penyimpanan bahan dalam perekonomian (Clark, dkk. 2016). Tujuan loop pengemasan "penggunaan kembali" adalah untuk menggunakan kembali pengemasan sebagai siklus sebanyak mungkin. Daurl ulang adalah komponen ketiga dari hierarki sampah "kurangi, gunakan kembali, daur ulang".

Legislasi memberikan target yang semakin ketat untuk daur ulang kemasan. Namun, undang-undang tidak menuntut penggunaan tingkat minimum bahan daur ulang dalam kemasan baru, juga tidak mewajibkan bagian tertentu dari produksi (pengemasan) untuk dibuat dari bahan daur ulang. Dalam praktiknya, sejumlah kendala muncul saat mencoba menutup loop bahan pengemas. Kemurnian / keaslian bahan yang membentuk aliran kemasan bekas merupakan salah satu masalah utama. Di antara penyebab yang dapat mengganggu kemurniannya adalah zat yang digunakan dalam produksi pengemasan atau ditambahkan ke bahan mentah untuk mempermudah proses produksi atau meningkatkan sifat pengemasan.

Tujuan dari artikel ini adalah untuk meninjau masalah terkait penggunaan bahan daur ulang dalam produksi kemasan baru, berkonsentrasi pada potensi keberadaan zat kimia berbahaya dalam aliran limbah kemasan daur ulang. Serta, ikhtisar undang-undang paling penting yang mengatur penggunaan lebih lanjut bahan daur ulang dalam rantai pasokan kemasan.

2.2. Metode

Tinjauan tentang daur ulang dan hambatan daur ulang didasarkan pada analisis literatur ilmiah, laporan studi, dokumen dan undang-undang strategis UE, data statistik, serta pengalaman praktis saat bekerja dengan dan membantu perusahaan untuk mengembangkan Deklarasi Kepatuhan EN 13427.

Sebuah survei dilakukan pada September 2018 dengan perusahaan yang memproduksi kemasan di Lituania. Secara total, 82 perusahaan teridentifikasi, yang memproduksi kemasan dari kaca, plastik, PET, kertas dan karton, logam, kayu, komposit, dan bahan (tekstil) lainnya. Kuesioner dikirim melalui email ke perusahaan yang teridentifikasi. Tanggapan tersebut diterima dari 48 perusahaan dari 82. Kuesioner tersebut mencakup pertanyaan tentang penggunaan bahan daur ulang: apakah perusahaan menggunakan bahan baku daur ulang, mengapa dan berapa, bagian produksi apa yang terbuat dari bahan daur ulang, apa yang menginspirasi produksi tentang kemasan yang terbuat dari bahan daur ulang, dan apa kekurangan dari kemasan yang dihasilkan dari bahan daur ulang.

2.2.1. Daur ulang kemasan: target, pencapaian, peraturan

Tujuan strategis untuk daur ulang kemasan

Ambisi Komisi Eropa untuk meningkatkan daur ulang dan mempromosikan ekonomi yang lebih ramah lingkungan sesuai dengan konsep ekonomi melingkar menyebabkan negara-negara khawatir tentang sistem limbah kemasan yang berfungsi dengan baik (Dodick dan Kauffman, 2015). Untuk memperbaikinya, Komisi Eropa mengalokasikan banyak perhatian pada target perawatan kemasan di Uni Eropa. Sebagai bagian dari paket ekonomi sirkuler, Komisi Eropa mempresentasikan rencana aksi serta sejumlah proposal legislatif pada tahun 2015; proposal tentang Arahan Kerangka Kerja Limbah dan Petunjuk

Pengemasan dan Pengemasan Limbah termasuk di antaranya (EC, 2015; Parlemen Eropa, 2016). Pada tahun 2018, amandemen terhadap kedua arahan diadopsi: 2018/851 membuat amandemen pada Pedoman Kerangka Kerja Limbah (2008/98 / EC).

Kedua arahan tersebut memperhatikan pencegahan, penggunaan kembali, dan pengumpulan aliran limbah dan menetapkan sejumlah target pemulihan dan daur ulang baru. Diperkirakan akan meningkatkan daur ulang/ persiapan sampah kota untuk digunakan kembali menjadi setidaknya 55% pada tahun 2025, menjadi 60% pada tahun 2030, dan menjadi 65% pada tahun 2035. Target khusus untuk daur ulang kemasan pada tahun 2025 dan 2030 adalah sebagai berikut: untuk semua kemasan - 65% dan 70%, plastik - 50% dan 55%, kayu - 25% dan 30%, logam besi - 70% dan 80%, aluminium - 50% dan 60%, kaca - 70% dan 75%, dan kertas dan papan karton - 75% dan 85%, masing-masing.

Saat ini, Negara Anggota UE harus mematuhi target yang ditetapkan pada tahun 2008 untuk daur ulang dan pemulihan: minimum tingkat pemulihan 60% (termasuk pembakaran sampah); antara 55% dan 80% limbah kemasan untuk didaur ulang; tarif minimum 60% untuk kaca, kertas dan karton, 50% untuk logam, 22,5% untuk plastik, dan 15% untuk kayu.

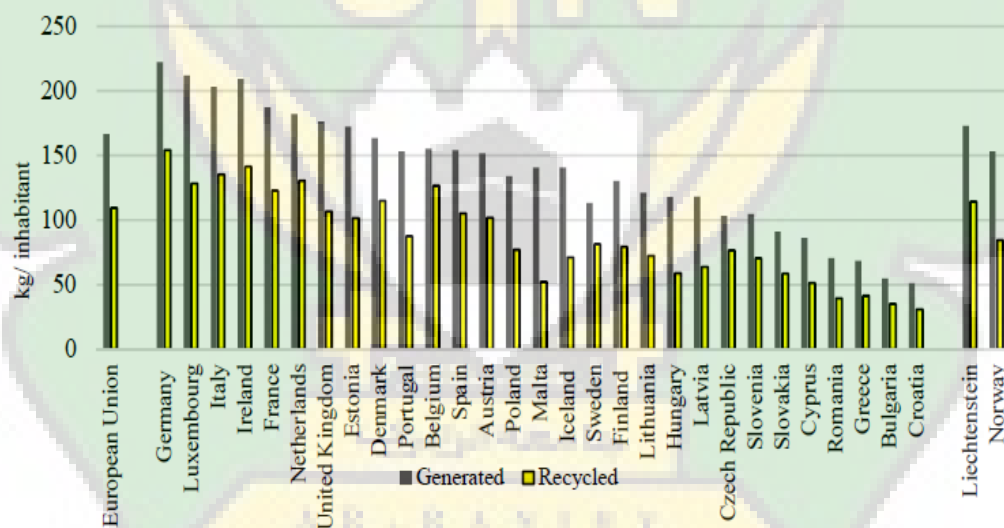
Banyak perhatian diberikan pada plastik sebagai salah satu area prioritas (Hahladakis, dkk. 2018; Packaging Europe, 2018). Strategi Eropa untuk Plastik dalam Ekonomi Sirkular menyajikan visi bahwa pada tahun 2030 semua kemasan plastik yang ditempatkan di pasar UE dapat digunakan kembali atau dapat didaur ulang dengan cara yang hemat biaya (EC, 2018a).

2.2.2. Pembuatan dan pengolahan limbah pengemasan

Saat ini, sekitar seperempat sampah kota UE masih ditimbun, kurang dari setengahnya didaur ulang atau dijadikan kompos, dengan variasi yang luas antara Negara Anggota (Eurostat, 2018a). Pengemasan di aliran limbah kota mencapai sekitar 34% (Eurostat, 2015a). Pembangkitannya, agak berfluktuasi selama tahun-tahun sebelumnya, mungkin karena kemerosotan ekonomi pada 2009. Rata-rata, 84,5 juta ton, atau 166,3 kg / penduduk, dihasilkan di EU-28 pada 2015 (Eurostat,

2018b). Menurut laporan “The Future of Global Packaging to 2022”, permintaan akan kemasan akan terus tumbuh pada 2,9% sampai 2022, yang berarti, berturut-turut, terjadi peningkatan pada sampah kemasan (Smithers Pira, 2018). Kertas dan karton (~ 41%), plastik (~ 19%), kaca (~ 19%), kayu dan logam, dalam urutan tersebut, merupakan jenis limbah kemasan yang paling umum di Negara Anggota UE. Kurang dari 0,3% diatribusikan ke bahan lain.

Tingkat daur ulang dan pemulihan limbah kemasan berkembang secara paralel. Tingkat daur ulang naik dari 56,9% pada tahun 2006 menjadi 65,8% pada tahun 2015 (untuk EU-27). Tingkat pemulihan meningkat dari 68,9% pada tahun 2006 menjadi 79,0% pada tahun 2015 (Eurostat, 2018b). Daur ulang adalah bentuk utama pemulihan di semua negara; Selain itu, pemulihan juga mencakup pembakaran di insinerator dengan pemulihan energi.



Gambar 2.1 Generasi dan daur ulang semua limbah kemasan di negara-negara UE di tahun 2015 (Eurostat, 2018b)

Gbr. 1 memberikan gambaran umum tentang situasi yang dilaporkan oleh Negara Anggota UE pada tahun 2015 tentang limbah kemasan yang dihasilkan

dan didaur ulang per penduduk. Ada banyak variasi di seluruh Negara Anggota. Tingkat pembangkitan bervariasi antara 51,2 kg / jiwa di Kroasia hingga 222,3 kg / jiwa di Jerman. Jerman juga melaporkan jumlah daur ulang sampah kemasan tertinggi (154,1 kg / jiwa). Namun, jika dinyatakan dalam persentase, Belgia memiliki tingkat tertinggi untuk daur ulang (81,5%) dan pemulihan (99,3%) (Eurostat, 2018b).

Mengenai bahan kemasan yang berbeda, tingkat daur ulang rata-rata adalah sebagai berikut: 85% untuk kemasan kertas dan karton; 78% untuk kemasan logam; 74% untuk kemasan kaca; 40% untuk kemasan kayu, dan 42% untuk kemasan plastik (Eurostat, 2016). Jelas, target yang ditetapkan untuk tahun 2008 oleh Directive 94/62 / EC tercapai dan terlampaui, yang menunjukkan perlunya lebih banyak ambisi untuk mencapai tujuan.

Statistik menunjukkan jumlah bahan daur ulang, tetapi tidak menunjukkan apakah ini adalah daur ulang putaran tertutup, tempat bahan daur ulang dimasukkan kembali ke dalam kemasan, atau apakah itu daur ulang "putaran terbuka", di mana bahan digunakan untuk tujuan yang lain.

2.2.3. Tantangan daur ulang

Daur ulang kemasan serta penggunaan bahan daur ulang untuk produksi kemasan menghadapi berbagai tantangan terkait dengan masalah teknis, ekonomi, lingkungan, sosial dan hukum. Meningkatnya biaya daur ulang, kekurangan bahan baku, ketersediaan teknologi untuk memisahkan bahan yang berbeda, meningkatnya jumlah tindakan hukum hanyalah beberapa contohnya. Salah satu kendala yang dihadapi oleh operator yang ingin menggunakan bahan baku sekunder adalah ketidakpastian kualitasnya. Banyak masalah yang terjadi dalam daur ulang kemasan ketika upaya untuk memecahkan masalah zat berbahaya dalam kemasan dialihkan ke akhir proses alih-alih menghilangkannya di awal siklus produk. Kontaminasi bahan kemasan yang dikumpulkan dengan bahan kimia menghalangi pemrosesan dan penanganan lebih lanjut.

Peluang dan hambatan daur ulang menurut jenis bahan kemasan ditinjau di bawah ini:

Kemasan plastik. Sederhana, tapi benar: ketika plastik didaur ulang, mereka biasanya “didaur ulang” (Plastics Europe, 2017). Plastik tidak dapat melalui proses daur ulang loop tertutup seperti kaca atau logam, karena tidak dapat dibuat menjadi produk dengan kualitas yang sama, dan akhirnya berbahaya karena sifat kimianya dan cara pembuatannya pada awalnya (Koushal, dkk. 2014; Ningwei, dkk. 2009; Plastik Eropa, 2016). Untuk mencapai produk yang diinginkan, lebih banyak bahan kimia dan aditif ditambahkan ke produk daur ulang (McDonough dan Braungart, 2002). Aditif ini, yang digunakan untuk kemasan plastik daur ulang, berarti plastik sering kali mengandung campuran bahan kimia yang kompleks (DTI, 2014; Li, dkk. 2009; Satapathy, 2016). Jadi, plastik tidak selalu merupakan produk murni tetapi dicampur dengan resin dan lilin, minyak, dll. (EC, 2018b; Lahimer, dkk. 2017). Risiko kontaminasi meningkat saat pengemasan dibuat dan produk dikemas di luar UE (Stenmark, dkk. 2017). Ketertelusuran bahan kimia tambahan dari komposisi plastik dapat menjadi penghalang signifikan untuk penggunaan siklus lebih lanjut dari kemasan karena dapat merusak kualitas bahan daur ulang. Itulah mengapa sangat penting bagi insinyur kimia, produsen pengemasan, pengolah, dan lainnya untuk berbagi informasi tentang bahan kimia dan proses dalam pengemasan. Daur ulang juga menjadi rumit ketika ekstrusi bersama atau laminasi menggabungkan banyak bahan.

Aliran luas plastik daur ulang sejauh ini tidak dapat bersaing dengan plastik murni. Rantai pengemasan plastik saat ini merupakan pasar yang secara dominan dipimpin oleh pasokan: plastik bahan kemasan didaur ulang, terlepas dari permintaan plastik daur ulang tersebut. Dan meskipun permintaan plastik daur ulang untuk kemasan pasti meningkat, hal ini belum cukup untuk mengimbangi permintaan bahan plastik primer (KIDV, 2017). Menurut Villanueva dan Eder (2014), tantangan utama industri daur ulang plastik adalah bahwa pengolah plastik memerlukan plastik daur ulang dalam jumlah besar, diproduksi dengan spesifikasi yang ketat, yang harus tetap memiliki harga yang kompetitif dibandingkan dengan plastik murni. Harga adalah penentu utama dalam permintaan plastik daur ulang (Parlemen Eropa, 2017).

Kemasan kertas dan karton. Kertas selalu menjadi sumber bahan mentah yang signifikan. Kemasan kertas dan papan karton mudah didaur ulang. Namun, kemasan kertas tidak dapat didaur ulang tanpa batas waktu karena serat menjadi semakin pendek dan lemah setiap kali didaur ulang. Beberapa serat bahan yang belum didaur ulang harus dimasukkan ke dalam proses untuk menjaga kekuatan dan kualitas serat. Kertas dan papan daur ulang sering kali mengandung minyak mineral dan banyak zat lain yang dapat berpindah pada tingkat yang melebihi ambang batas aman. Kemasan kertas mungkin mengandung sejumlah besar bahan kimia, ditambahkan terutama selama proses pencetakan dan konversi (yaitu, penjilidan, perekatan, laminasi, pelabelan), sebelum produk mencapai konsumen (Pivnenko, 2016; Smith, 2011).

Kemasan kaca. Kemasan kaca mendekati 100% dapat didaur ulang dan dapat didaur ulang tanpa henti tanpa kehilangan kemurnian atau kualitas yang signifikan. Dimungkinkan untuk mengganti hingga 95% bahan mentah. Kuantitas spesifik dari konten daur ulang bergantung pada kinerja teknis, penerimaan konsumen, atau warna kaca. Membuat produk kaca daur ulang dari cullet mengkonsumsi energi 40% lebih sedikit daripada membuat kaca baru dari bahan mentah karena suhu yang lebih rendah diperlukan untuk proses tersebut. Kaca dapat digunakan kembali dengan aman, karena bahan kimia dari kaca tidak berpindah. Wadah kaca memiliki tingkat interaksi kimiawi yang rendah dengan isinya karena terbuat dari bahan alami dan stabil seperti pasir dan batu kapur. Dengan demikian, daur ulang kaca adalah sistem loop tertutup, tidak menghasilkan limbah atau produk tambahan (Padmalatha dan Shresta, 2016; West, 2015). Namun,

Kemasan logam. Kemasan logam adalah contoh sempurna dari ekonomi melingkar. Paket logam adalah dapat didaur ulang tanpa batas tanpa menurunkan kualitas dan tidak ada material yang “turun”; mereka memasuki loop material-ke-material (PRAG, 2009). Daur ulang logam tidak selalu memerlukan penambahan bahan primer atau bahan kimia tambahan untuk mengaktifkan fungsi dan sifat bahan dasar (Metal Packaging Europe, 2017). Kemasan makanan logam, misalnya aluminium, dapat berlangsung hampir tanpa batas waktu. Namun, permukaan

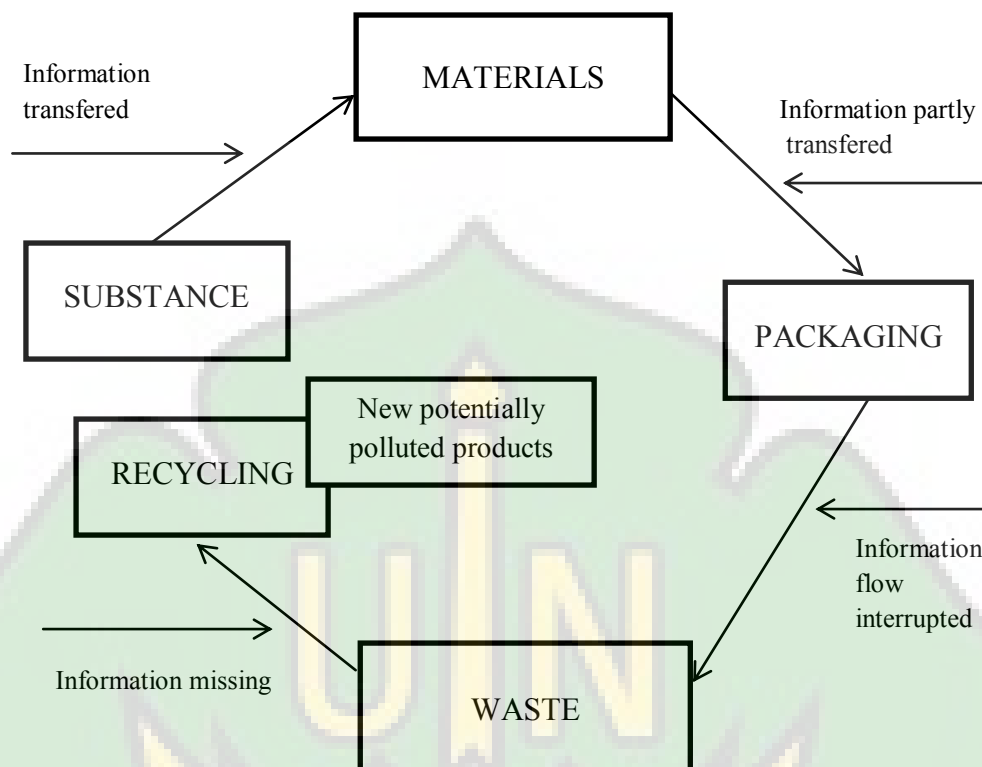
aluminium yang tidak diberi perlakuan rentan terhadap oksidasi yang dapat menyebabkan hilangnya material selama proses daur ulang (Geueke, dkk. 2018).

Kemasan komposit. Meskipun komponen individu yang membuat kemasan komposit mungkin secara teknis dapat didaur ulang, kesulitan dalam menyortir dan memisahkan bahan, misalnya, laminasi dan film metalisasi, menghalangi daur ulang dalam praktik nyata.

2.2.4. Peraturan tentang zat berbahaya

Ketika berkonsentrasi pada mengubah limbah menjadi sumber daya, meningkatkan efisiensi sumber daya, dan menutup lingkaran dalam ekonomi melingkar, perhatian yang cukup besar perlu diberikan pada penerapan proses daur ulang untuk semua aliran limbah terkait bahan kimia yang dikandungnya. Untuk pengemasan, terdapat regulasi yang mewajibkan keberadaan zat berbahaya tertentu dalam bahan pengemas dan komponennya diminimalkan untuk melindungi konsumen dan pekerja, serta mengurangi emisi lingkungan.

Peraturan REACH (Peraturan (EC) No 1907/2006) adalah undang-undang utama Uni Eropa tentang bahan kimia, yang menetapkan standar keamanan bahan kimia yang ambisius. Antara lain, mengatur ulang persyaratan untuk komunikasi dalam rantai pasokan terkait risiko lingkungan dan kesehatan yang ditimbulkan oleh zat. Namun demikian, baik REACH maupun tindakan hukum lainnya dan praktik yang ada memastikan bahwa informasi tentang bahan kimia berbahaya diteruskan dengan benar di sepanjang siklus material dan potensi siklus hidup berikutnya (Gbr. 2). Ketika rantai informasi rusak, ini mengakibatkan masalah teknis dan keuangan bagi pendaur ulang, kehilangan kepercayaan pada bahan mentah sekunder, dan potensi produk yang terkontaminasi, menyebabkan masalah kesehatan dan lingkungan, memasuki pasar dalam siklus baru (Bernard dan Buonsante, 2017 ; EC, 2018b; Janssen, dkk. 2017).



Gambar 2.2 Lingkaran rantai pasokan pengemasan dengan informasi yang hilang tentang zat berbahaya dalam bahan pengemasan

Perhatian khusus diberikan pada zat dengan perhatian sangat tinggi atau disebut *Substance of Very High Concern* (SVHC). Sejumlah tindakan yang mendorong substitusi diterapkan pada zat ini, seperti prosedur otorisasi, atau persyaratan untuk memberikan informasi tentang zat SVHC dalam artikel. Jika aliran limbah mengandung SVHC, akan lebih sulit untuk mengembangkan proses daur ulang (Janssen dan Broekhuizen, 2016). Masih sangat sulit untuk memisahkan sampah yang mengandung SVHC dari aliran sampah bebas SVHC pada tahap awal proses daur ulang sampah (Villanueva dan Eder, 2014). Zat ini mungkin ada dalam produk yang dijual sebelum pembatasan diterapkan. Beberapa di antaranya memiliki masa pakai yang lama, dan oleh karena itu bahan kimia yang menjadi perhatian dapat ditemukan di aliran daur ulang. Berbagai tindakan saat ini sedang dikembangkan untuk membantu mengidentifikasi SVHC dengan lebih mudah, seperti pedoman (Janssen, dkk. 2017 dan Leeuwen van, dkk. 2017),

atau database baru tentang keberadaan SCHC dalam artikel yang akan dibuat di European Chemicals Agency, seperti yang diramalkan dalam revisi Dir. 2018/851.

Dokumen penting pada sektor pengemasan adalah Pengemasan dan Pedoman Limbah Pengemasan (94/62 / EC) dan Standar (EN 13427: 2004; EN 13428: 2004; CEN / TR 13695-1: 2000). Mereka menentukan tingkat bahan kimia yang digunakan dalam kemasan dan memberikan batasan untuk empat logam berat dalam aplikasi komposisi bahan kemasan (Pb, Cd, Hg dan Cr (VI) ≤ 100 ppm) (Chem Safety, 2018; Varžinskas, dkk. 2016) . Pemasok pengemasan harus memastikan bahwa tindakan yang diperlukan telah diambil untuk membatasi tingkat logam berat dan, jika mungkin, untuk mengurangnya lebih lanjut sesuai dengan metodologi CEN / TR 13695-1: 2000, serta tingkat semua zat berbahaya atau campuran seperti yang ditentukan dalam EN 13428: 2004 dan CEN / TR 13695-2: 2004. Namun, ketika Petunjuk diadopsi pada tahun 1994, praktik menunjukkan bahwa di banyak kotak plastik, palet plastik dan kaca yang ada di pasar UE, logam berat, karena alasan produksi atau teknologi, lebih tinggi dari batas 100 ppm yang diizinkan (Lebedys, dkk. 2015). Oleh karena itu, pengecualian telah diberikan untuk jenis paket ini yang berada dalam sistem pengemasan tertutup dan batas 100 ppm harus diperhatikan oleh pengurangan (2001/171 / EC; 2006/340 / EC). Studi oleh Jenseit dan Gibbs (2015) menunjukkan bahwa dampak negatif lingkungan dari ekstraksi logam berat dari plastik dan pengolahan logam berat melebihi dampak lingkungan dengan memungkinkan peti dan palet logam berat untuk digunakan kembali dan didaur ulang dalam kondisi yang ketat. Situasi serupa terjadi dengan kemasan kaca. Pengalaman menunjukkan bahwa ada masalah khusus di sektor kaca, karena daur ulang kaca terkontaminasi oleh bahan yang mengandung timbal dalam jumlah tinggi (2001/171 / EC).

Menurut EN 13427, Deklarasi Kepatuhan harus diberikan untuk paket yang mengkonfirmasi kepatuhan dengan persyaratan yang terkait dengan keberadaan logam berat, dan juga zat berbahaya bagi lingkungan, dengan mengingat perlakuan akhir masa pakainya, saat pengemasan dialihkan ke pembakaran atau penimbunan. Perlu dicatat bahwa hingga saat ini, belum ada

investigasi seberapa tepat informasi yang diberikan oleh produsen pengemas dan komponen pengemas dalam deklarasi ini.

Kelompok pengemasan yang penting adalah pengemasan makanan (bahan kontak makanan, FCM). Daur ulang limbah kemasan makanan menjadi kemasan makanan baru menghadirkan tantangan khusus (Geueke, dkk. 2018). Sistem hukum yang ketat berlaku untuk FCM karena FCM dimaksudkan untuk berhubungan dengan makanan dan secara langsung berkaitan dengan kesehatan manusia. Dokumen kunci untuk kelompok limbah ini adalah Peraturan tentang Bahan Kontak Makanan (EC) No 1935/2004. Ini menetapkan persyaratan keselamatan umum yang berlaku untuk semua FCM, dan membayangkan kemungkinan penerapan persyaratan keselamatan khusus untuk tujuh belas FCM. Sejauh ini, persyaratan tersebut hanya diadopsi untuk empat FCM: plastik (termasuk plastik daur ulang), keramik, selulosa yang diregenerasi, dan apa yang disebut bahan aktif dan cerdas. Jika persyaratan khusus belum diadopsi di tingkat UE, Negara Anggota dapat mengadopsi tindakan tersebut di tingkat nasional. Beberapa telah melakukannya, tetapi peraturan berbeda-beda dalam hal cakupan dan tingkat perlindungannya. FCM yang diatur oleh undang-undang nasional mencakup FCM yang banyak digunakan seperti kertas dan papan, logam dan paduan, kaca, pelapis, silikon, karet, tinta cetak. Peraturan UE tentang kemasan makanan mewajibkan tingkat keamanan yang sama untuk bahan kimia yang bermigrasi ke dalam makanan untuk semua bahan daur ulang dan bahan yang belum didaur ulang (ChemTrust, 2016; Karamfilova, 2016; Simoneau, dkk. 2016). Tindakan khusus dalam kasus FCM tidak hanya diarahkan pada bahan, tetapi juga pada zat berbahaya secara langsung, membatasi atau melarang penggunaannya, seperti monomer vinil klorida, nitrosamin, dan BADGE, BFDGE dan NOGE.

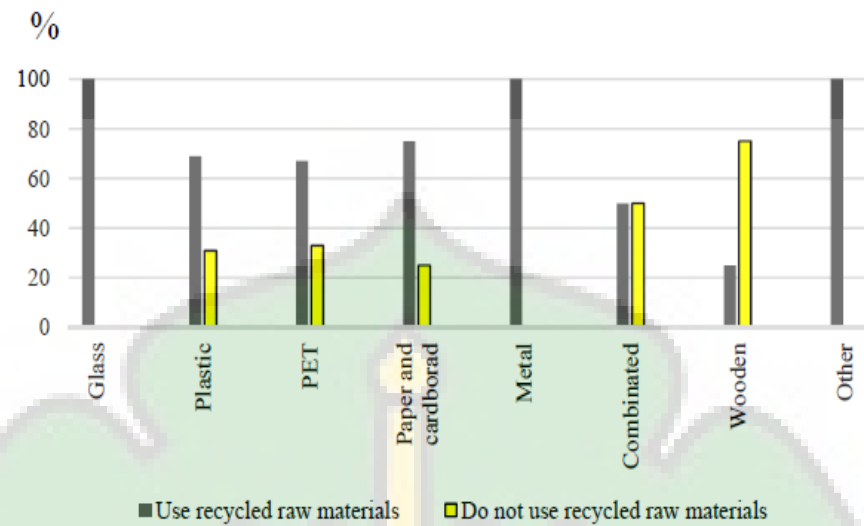
Penilaian oleh Parlemen Eropa telah menunjukkan bahwa meskipun dasar hukum yang kuat tentang FCM, peraturan tidak cukup jauh dan mengandung lubang (Chem Trust, 2016; Karamfilova, 2016). Penemuan zat berbahaya dalam berbagai kemasan makanan menegaskan perlunya tindakan lebih lanjut. Contoh ditemukan mengandung zat berbahaya seperti bisphenol, phthalates, perfluorocarbons, nonylphenol, dll dalam berbagai jenis kemasan (paket kertas

dan papan, kotak pizza) selama studi Denmark, atau minyak mineral di Jerman (Danish Consumer Council, 2015 ; Forum Kemasan Pangan, 2015).

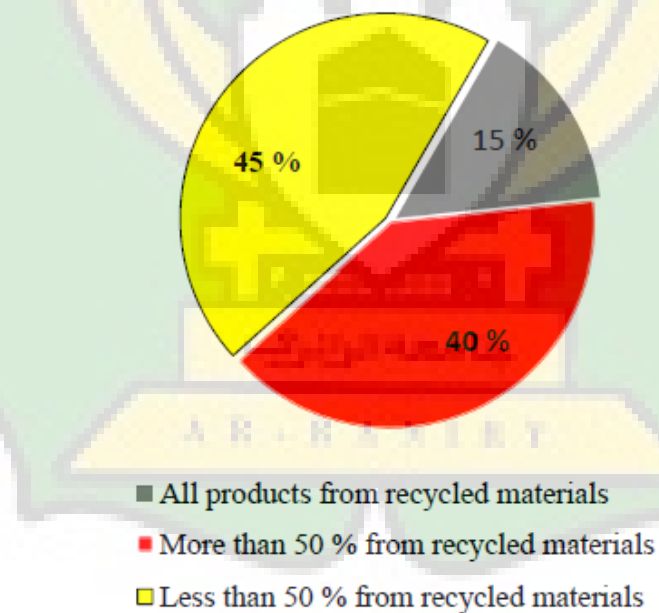
2.2.5. Menggunakan bahan baku daur ulang dalam produksi kemasan

Survei produsen kemasan di Lithuania mengungkapkan bahwa 60% dari mereka yang berpartisipasi dalam survei menggunakan bahan baku daur ulang dalam proses produksinya. Meski demikian, persentasenya bervariasi untuk berbagai bahan kemasan. 100% untuk paket logam dan kaca, serta untuk paket "lainnya". Perlu dicatat bahwa kelompok paket "lainnya" terdiri dari satu perusahaan tunggal, yang memproduksi "tas tekstil ramah lingkungan", demikian mereka menyebutnya, dan oleh karena itu kasus ini spesifik dan tidak representatif. Untuk kemasan kertas dan karton, 75% produsen mengkonfirmasi penggunaan bahan baku daur ulang. Produsen kemasan plastik dan PET dibagi menjadi dua kelompok terpisah. Namun, ternyata tidak ada perbedaan antara PET dan plastik lainnya. Pangsa mereka yang menggunakan bahan baku daur ulang mencapai 68% dalam kedua kasus. Dalam kasus kemasan komposit, perusahaan yang menggunakan bahan daur ulang dan hanya bahan primer dibagi rata: 50% dan 50%. Anehnya, hanya 25% produsen kemasan kayu yang membuatnya dari bahan daur ulang. Lihat Gambar 3 untuk semua hasil.

Hanya sebagian kecil, 15% produsen, memproduksi seluruh produksinya dari bahan baku daur ulang. Artinya, produsen kemasan yang menjawab bahwa mereka memproduksi dari bahan daur ulang ternyata juga memiliki kemasan yang diproduksi dari bahan baku primer saja. Proporsi dari mereka yang memproduksi kurang dari setengah dan mereka yang memproduksi lebih dari setengah produksinya dengan menggunakan bahan baku sekunder adalah sama, masing-masing adalah 45% dan 40% (lihat Gbr. 4).



Gambar 2.3 Pangsa produsen yang menggunakan bahan baku daur ulang dalam produksi pengemasan (menurut bahan pengemasan)



Gambar 2.4 Bagian dari produksi kemasan yang terbuat dari bahan baku daur ulang di perusahaan (%)

Perusahaan mencantumkan alasan berikut yang mendorong mereka untuk menggunakan bahan baku sekunder: kesediaan untuk bersaing dengan perusahaan mereka, kebijakan lingkungan di perusahaan, kemungkinan untuk menggunakan sebagai ukuran pemasaran, dan tren dalam perundang-undangan.

Perusahaan Lithuania menghadapi masalah dengan penerapan konsep ekonomi melingkar dan pembuatan kemasan dari bahan daur ulang. Dalam survei tersebut, produsen kemasan untuk bahan daur ulang mengungkapkan beberapa masalah: komposisi bahan baku daur ulang yang tidak jelas, jumlah bahan sekunder yang tidak mencukupi, dan kenaikan harga bahan baku sekunder. Kami dapat menyimpulkan bahwa keterlacakan zat berbahaya dalam rantai pasokan tidak memadai dan persyaratan untuk bahan baku sekunder yang aman terlalu rendah untuk menghasilkan jumlah kemasan yang lebih besar dari bahan baku sekunder yang bebas dari bahan tambahan kimia berbahaya bagi kesehatan manusia dan lingkungan.

Hasil yang diperoleh pada perusahaan Lithuania berkorelasi baik dengan pernyataan Institut Belanda untuk Pengemasan Berkelanjutan bahwa meskipun daur ulang limbah rumah tangga kemasan plastik meningkat di Belanda, pada saat yang sama, biaya meningkat dan kualitas belum cukup tinggi untuk bersaing. bahan baku. Mereka sampai pada kesimpulan bahwa tujuan loop tertutup untuk plastik, baik secara ekonomis maupun dari segi bahan baku, belum terlihat (KIDV, 2017).

Contoh-contoh ini menunjukkan bahwa kesuksesan lebih lanjut dengan penerapan konsep ekonomi melingkar dalam industri pengemasan memerlukan panduan umum yang menyeluruh dari perusahaan dan klarifikasi berbagai pertanyaan terkait dengan teknologi dan kemajuannya, masalah keamanan penggunaan bahan daur ulang, pembenaran ekonomi, dan lainnya.

2.3. Kesimpulan

1. Dokumen ekonomi sirkuler merumuskan tujuan dan sasaran strategis, seperti daur ulang bahan kemasan bekas yang ditempatkan ke pasar dan penutupan lingkaran ekonomi melingkar (penggunaan kembali, daur ulang, perbarui) pada 100%, tetapi rekomendasi dan pedoman tentang cara menerapkannya masih dalam persiapan. Akibatnya, pengemas dan pengolah menghadapi masalah yang tidak dapat mereka selesaikan sendiri karena terbatasnya pengetahuan, informasi dan sumber daya yang mereka miliki.
2. Peningkatan pangsa bahan daur ulang dalam produksi kemasan, khususnya produk pangan, terkait langsung dengan informasi komposisi bahan yang akan digunakan. Informasi ini dapat ditemukan dengan menelusuri seluruh rantai pasokan kemasan sebelum didaur ulang dan menganalisis aliran bahan kimia. Namun, proses keterlacakan yang rumit dari zat berbahaya dalam bahan pengemasan menimbulkan masalah bagi operator limbah yang ingin meningkatkan pangsa bahan daur ulang dalam produksi pengemasan.
3. Analisis peraturan perundang-undangan terkait pengemasan dengan mengacu pada ekonomi melingkar menunjukkan bahwa hingga saat ini regulasi belum berjalan cukup jauh dan mengandung lubang-lubang tertentu. Baik REACH maupun tindakan hukum lainnya dan praktik yang ada memastikan bahwa informasi tentang bahan kimia berbahaya diteruskan dengan benar di sepanjang siklus material dan potensi siklus hidup berikutnya. Status ketertelusuran zat berbahaya dalam rantai pasokan saat ini tidak memadai untuk membuktikan volume bahan sekunder mana yang masih aman digunakan dan tetap dalam batas yang ditetapkan oleh regulasi REACH dan dokumen lainnya.
4. Perhatian khusus di tingkat legislatif diberikan pada bahan daur ulang yang digunakan untuk kemasan makanan. Tidak ada persyaratan khusus untuk beberapa FCM yang telah diadopsi di tingkat UE; oleh karena itu, beberapa Negara Anggota UE mengadopsi tindakan tersebut di tingkat nasional, dan

undang-undang serta peraturan dapat berbeda dari satu negara ke negara lain.

5. Untuk merangsang penerapan ekonomi melingkar dan menutup loop material dalam kemasan, batas kontaminasi dengan bahan asing dari bahan mentah yang digunakan untuk produksi kemasan daur ulang harus ditetapkan.



BAB III PEMBAHASAN

3.1 Data Jurnal dan Data Artikel

Tabel 3.1 Identitas Jurnal Ilmiah

Jurnal	<i>Environmental Research, Engineering and Management</i>
<i>Cite Score</i>	0.5
<i>Impact Factor</i>	80
Source Normalized Impact Per Paper (SNIP)	0.271
SCImago Journal Rank (SJR)	0.149
Abstracting and Indexing	INSPEC
ISSN	1392-1649

Tabel 3.2 Identitas Artikel

Judul Artikel Ilmiah	<i>Produksi Kemasan dari Bahan Daur Ulang: Tantangan Terkait Bahan Berbahaya</i>
Nomor	04
Tahun	2018
Halaman	19-30
Penerbit	Elsevier
Penulis	Ieva Kazulytė Jolita Kruopienė
Institusi Penulis	<i>Kaunas University of Technology, Institute of Environmental Engineering, Gedimino 50, LT-44239 Kaunas, Lithuania</i>

3.2. *State of The Art*

Pada penelitian ini perbandingan atau perdebatan tentang pembuatan dan pengolahan limbah pengemasan dilakukan pada tahun 2015 di beberapa negara di Eropa dengan persentase yang berbeda, Statistik menunjukkan jumlah bahan daur ulang, tetapi tidak menunjukkan apakah ini adalah daur ulang putaran tertutup, tempat bahan daur ulang dimasukkan kembali ke dalam kemasan, atau apakah itu daur ulang "putaran terbuka", di mana bahan digunakan untuk tujuan lain. Selain itu, pada penelitian ini melaporkan survei lengkap pertama dilakukan pada perusahaan yang ada di Lithuania tentang penggunaan bahan baku daur ulang dalam produksi kemasan.

3.3 Kelebihan dari Penelitian

Pada penelitian ini dapat diketahui bahwa peraturan perundang-undangan di Lithuania terkait daur ulang kemasan sudah cukup ketat dalam memulihkan atau mendorong konsep penerapan ekonomi melingkar dimana sampah sebagai sumber daya untuk menghasilkan produk, sehingga memunculkan siklus berulang dari bahan baku menjadi produk yang dikonsumsi lalu dikelola kembali menjadi produk, dengan tujuan utama "menutup lingkaran" untuk mempromosikan sistem industri yang meminimalkan limbah, dan mengurangi bahan baku serta masukan energi.

3.4 Kekurangan dari Penelitian

Penelitian ini melakukan survei dengan kuisioner yang dikirim melalui email ke 82 perusahaan yang teridentifikasi memproduksi kemasan dari kaca, plastik, PET, kertas dan karton, logam, kayu, komposit, dan bahan (tekstil) lainnya. Namun tanggapan tersebut hanya diterima oleh 48 perusahaan dari 82. Hal tersebut menandakan bahwa masih banyak perusahaan yang tidak mengikuti peraturan terkait daur ulang kemasan.

Pada penelitian ini menyebutkan bahwa pengemas dan pengolah menghadapi masalah karena terbatasnya pengetahuan, informasi dan sumber daya yang mereka miliki. Kemudian karena proses keterlacakan yang rumit dari zat

berbahaya dalam bahan pengemasan menimbulkan masalah bagi operator limbah yang ingin meningkatkan pangsa bahan daur ulang dalam produksi pengemasan.

3.5 Pengemasan Produk dan Peraturan di Indonesia

Tumbuhnya perekonomian Indonesia secara makro, membawa dampak yang baik terhadap daya beli konsumen. Salah satu sektor yang berkembang adalah usaha industri makanan, baik kecil maupun besar dengan berbagai macam variasi produk untuk menjawab kebutuhan konsumen. Produk yang baik adalah produk yang terjaga secara kualitas dari sejak dibuat hingga sampai di tangan konsumen. Kemasan adalah salah satu kunci dalam menjaga kualitas produk, yang berarti kemasan melibatkan kegiatan mendesain dan memproduksi, untuk melindungi produk (Mufreni, 2016).

Menurut Kementerian Negara Koperasi Usaha Kecil dan Menengah (2009) Kemasan atau *packaging* adalah ilmu, seni dan teknologi yang bertujuan untuk melindungi sebuah produk saat akan dikirim, disimpan atau dijual. Pengemasan (*packaging*) secara sederhana dapat juga diartikan sebagai suatu cara untuk menyampaikan barang kepada konsumen dalam keadaan terbaik dan menguntungkan.

Direktorat Jenderal Pengelolaan dan Pemasaran Hasil Pertanian Kementerian Pertanian Republik Indonesia (2012) menginformasikan fungsi kemasan adalah:

1. Melindungi dan mengawetkan produk, seperti melindungi dari sinar ultraviolet, panas, kelembaban udara, benturan serta kontaminasi kotoran dan mikroba yang dapat merusak dan menurunkan mutu produk.
2. Sebagai identitas produk, dalam hal ini kemasan dapat digunakan sebagai alat komunikasi dan informasi kepada konsumen melalui merek yang tertera pada kemasan.
3. Meningkatkan efisiensi, seperti memudahkan proses penghitungan, pengiriman dan penyimpanan produk.

Kemasan memiliki beberapa jenis diantaranya yang pertama Kemasan Primer (consumer pack) adalah kemasan yang langsung berhubungan/bersentuhan dengan produk, biasanya ukuran relatif kecil dan disebut juga kemasan eceran. Sebagai contoh kemasan makanan ringan/snack, kemasan sachet untuk deterjen, mie instant, gelas plastik (cup) dan lain-lain. Jenis kedua adalah Kemasan Sekunder (transport pack) dimana jenis kemasan ini tidak langsung berhubungan/kontak dengan produk yang dikemas. Sebagai contoh kemasan karton/kardus mie instant, kemasan karton/kardus air minum dalam kemasan dan lain-lain. Jenis terakhir adalah Kemasan Tersier yang memiliki fungsi untuk pengiriman lokal, antar pulau atau antar negara. Memiliki syarat tahan benturan, tahan cuaca dan berkapasitas besar. Sebagai contoh kotak karton bergelombang dan kontainer (Widiati, 2019).

Peraturan terkait kemasan di Indonesia menjelaskan mengenai standar kemasan pangan, diantaranya Undang-Undang No. 18 Tahun 2012 tentang Pangan dalam Pasal 82 ayat (1) disebutkan bahwa Setiap orang yang melakukan produksi Pangan dalam kemasan wajib menggunakan bahan kemasan pangan yang tidak membahayakan kesehatan manusia atau tidak melepaskan cemaran yang membahayakan kesehatan manusia.

Ketentuan mengenai penggunaan bahan Kemasan Pangan diatur dalam Peraturan Pemerintah No. 86 Tahun 2019 tentang Keamanan Pangan, bahwa Setiap orang yang memproduksi pangan untuk diedarkan wajib menggunakan bahan kemasan yang diizinkan. Bahan dan Zat yang dilarang dan diperbolehkan digunakan oleh Industri Pangan diatur dalam Peraturan Badan POM No. 20 Tahun 2019 tentang Kemasan Pangan.

Berdasarkan Peraturan Menteri Perindustrian No. 24/M-IND/PER/2/2010 Tahun 2010 tentang Pencantuman Logo Tara Pangan dan Kode Daur Ulang Pada Kemasan Pangan dari Plastik. Dalam Peraturan tersebut dijelaskan bahwa Logo tara pangan adalah penandaan yang menunjukkan bahwa suatu kemasan pangan aman digunakan untuk pangan. Kode daur ulang adalah penandaan yang menunjukkan bahwa suatu kemasan pangan dapat didaur ulang.

3.6 Dampak Penelitian

Dengan adanya penelitian ini juga merupakan salah satu tindakan untuk mengurangi volume sampah sehingga akan dapat mengurangi pencemaran akibat sampah, menghemat energi, dan menjaga sumber daya alam.



BAB IV

KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan pada bab sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa survei produsen kemasan di Lithuania mengungkapkan bahwa 60% dari mereka yang berpartisipasi dalam survei menggunakan bahan baku daur ulang dalam proses produksinya. Meski demikian, persentasenya bervariasi untuk berbagai bahan kemasan. Dalam survei tersebut, produsen kemasan untuk bahan daur ulang mengungkapkan beberapa masalah: komposisi bahan baku daur ulang yang tidak jelas, jumlah bahan baku sekunder yang tidak mencukupi, dan kenaikan harga bahan baku sekunder. Dapat disimpulkan bahwa keterlacakan zat berbahaya dalam rantai pasokan tidak memadai dan persyaratan untuk bahan baku sekunder yang aman terlalu rendah untuk menghasilkan jumlah kemasan yang lebih besar dari bahan baku sekunder yang bebas dari bahan kimia berbahaya bagi kesehatan manusia dan lingkungan.

4.2 Saran

Adapun saran untuk penelitian ini adalah survei pada perusahaan harus dilakukan secara berkesinambungan dan peraturan mengenai daur ulang kemasan harus lebih diperketat agar tercapainya tujuan ekonomi melingkar yang lebih baik. Kemudian bagi pengemas maupun pengolah diberikan edukasi yang lebih baik mengenai pengetahuan dan informasi tentang daur ulang kemasan agar pada proses pengolahan berjalan sesuai dengan yang diharapkan.