

**PENGARUH LIMBAH PRODUKSI *LAMINATE TUBE*
TERHADAP LINGKUNGAN SEKITAR**

Laporan Studi Ekskursion



Disusun oleh:

Kelompok Biologi / XI MIPA 2

Program Studi Ilmu Pengetahuan Alam Kelas XI

SMA Katolik St. Louis 1

Surabaya

2022

PENGARUH LIMBAH PRODUKSI *LAMINATE TUBE* TERHADAP LINGKUNGAN SEKITAR

Laporan Studi Ekskursi sebagai Salah Satu Syarat
untuk Memperoleh Nilai Kognitif dan Psikomotor
Mata Pelajaran Biologi dan Bahasa Indonesia Kelas XI
SMA Katolik St. Louis 1 Surabaya



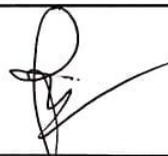
Disusun Oleh:
Kelompok Biologi XI MIPA 2

Program Studi Ilmu Pengetahuan Alam Kelas XI
SMA Katolik St. Louis 1
Surabaya
2022

**Laporan Studi Ekskursi Bidang Studi Biologi berjudul “Pengaruh Limbah Produksi
Laminate Tube Terhadap Lingkungan Sekitar” yang disusun oleh:**

Adeline Grace	/ 28837 / 01
Alexandria Claritza	/ 28847 / 02
Farryl Gracious Sie	/ 28996 / 14
Feliza Theodora	/ 29005 / 15
Gabrielle Annette	/ 29016 / 17
Jayden Wonokusuma	/ 29059 / 19
Kevin Artan	/ 29125 / 26
Nehemia Stephen	/ 29209 / 29
Vanya Sekar Ayu	/ 29288 / 33
Wylnee Yudana	/ 29311 / 37

telah disetujui dan disahkan pada tanggal 26 Maret 2022

GURU PEMBIMBING	TANDA TANGAN
Petrus Eko Sugiharto, S.Si, M.Kes	
MG. Ika Yuliasuti, S.Pd	
Anindito Marcellus G. Osok, S.Pd	

Mengetahui,

Katolik St. Louis 1 Surabaya



Dra. Sri Wahjoeni Hadi, S.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Mahakuasa karena telah memberikan kesempatan pada penulis untuk menyelesaikan laporan ini. Atas rahmat dan berkat-Nya, penulis dapat menyelesaikan laporan penelitian yang berjudul “Pengaruh Limbah Produksi *Laminate Tube* Terhadap Lingkungan Sekitar” dengan tepat waktu.

Adapun tujuan dari penulisan laporan studi ekskursi ini adalah memaparkan hasil penelitian pengaruh limbah produksi *laminate tube* terhadap lingkungan sekitar. Laporan penelitian ini dapat diselesaikan atas bantuan dari berbagai pihak yang telah membimbing dan mengarahkan dengan kesabaran dan ketulusan. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih sedalam-dalamnya kepada:

- A. Dra. Sri Wahjoeni Hadi S. selaku Kepala SMA Katolik St. Louis 1 Surabaya dan Penanggung Jawab kegiatan Studi Ekskursi 2021
- B. F. Asisi Subono, S.Si, M.Kes selaku Wakasek Kurikulum SMA Katolik St. Louis 1 Surabaya
- C. Petrus Eko Sugiharto, S.Si, M.Kes selaku Guru Bidang Studi Biologi Kelas XI Tahun Ajaran 2021/2022
- D. MG. Ika Yuliasuti, S.Pd. selaku Pembimbing dan Guru Bidang Studi Bahasa Indonesia Kelas XI Tahun Ajaran 2021/2022
- E. Pihak dari PT Pacific Equinox yang telah bersedia untuk menjadi tempat penelitian dalam Studi Ekskursi bidang studi Biologi SMA Katolik St. Louis 1 Surabaya tahun 2022.
- F. Orang tua dan teman-teman yang telah mendukung dalam penyusunan laporan studi ekskursi ini

Demikian yang dapat penulis sampaikan, semoga laporan studi ekskursi ini dapat bermanfaat bagi penulis sendiri dan semua pihak yang terlibat dalam memahami pengaruh limbah produksi *laminat tube* terhadap lingkungan. Penulis menyadari laporan penelitian ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun penulis harapkan demi kesempurnaan laporan penelitian ini.

Surabaya, 16 Februari 2022

Tim Penulis

ABSTRACT

Grace, A., Claritza, A., Sie, F. G., Tjokro, F. T. P, Annette, G., Wonokusuma, J., Artan, K., Gunawan, N. S., Ayu, V. S., Yudana, W. (2022). *Pengaruh limbah produksi laminate tube terhadap lingkungan sekitar.*

Waste is an unavoidable variable when dealing with the production of laminate tubes. Laminate tubes are used in countless mundane objects, however little research has been done regarding the waste itself, from the quantity to the way it is handled and disposed of. Direct observations and research in PT Pacific Equinox, a leading production company for laminate tubes, was done to solve the problem. Preliminary findings show numerous amounts of waste material, among them cardboard, ABL (Aluminum Barrier Laminate), and PBL (Plastic Barrier Laminate). Though to some extent this is true, this research proves that the only harmful waste is aluminum and plastic. Aluminum and plastic cannot be separated during the disposal of laminate tubes, making them only recycled into gutter carpets, which do not have a high demand. So, they mostly reuse waste from the factory to make more laminate tube-based products. Consumers, however, do not have the knowledge and resources to properly dispose of ABL, therefore producing harmful waste. Other than this, PT Pacific Equinox also falls victim to regular factory production waste, classified into B3, liquid, solid, and gas waste. Solid waste includes packaging materials such as plastics and cardboard, gas waste is the product of burning these materials, and liquid waste in PT Pacific Equinox is oil residue from machinery. The most harmful waste, B3, is also liquid, this being UV ink and the aforementioned oil residue.

Keywords: Aluminum Barrier Laminate, laminate tubes, harmful waste

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
ABSTRACT	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Batasan Masalah.....	2
C. Rumusan Masalah.....	3
D. Tujuan Penelitian.....	3
E. Manfaat Penelitian.....	3
BAB II LANDASAN TEORI	4
A. Pengertian <i>Laminate Tube</i>	4
B. Sejarah <i>Laminate Tube</i>	4
C. Jenis-Jenis <i>Laminate Tube</i>	5
D. Definisi dan Jenis Limbah.....	5
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	7
A. Waktu Penelitian.....	7
B. Variabel Penelitian.....	7
C. Metode Pengambilan Data.....	7
D. Teknik Analisis Data.....	8
E. Langkah-Langkah Observasi.....	8

F. Prosedur Penelitian.....	8
BAB IV PEMBAHASAN HASIL PENELITIAN	10
BAB V PENUTUP	23
A. Simpulan.....	23
B. Saran.....	23
DAFTAR PUSTAKA	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Struktur Lapisan ABL dan PBL...	12
Gambar 2 Shoulder dan Cap Laminated Tube...	13
Gambar 3 Web Blank dan Web Print...	14
Gambar 4 Skema Alat <i>Injection Molding</i>	14
Gambar 5 Proses penguluran Web print	15
Gambar 6 Proses Pembentukan Bentuk Silinder...	15
Gambar 7 Proses Pemotongan...	16
Gambar 8 Hasil Potongan...	16
Gambar 9 Proses <i>Injection Molding</i> ...	17
Gambar 10 Hasil Jadi dan Pengemasan...	17

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Laminate tube adalah kemasan ringan yang berbahan dasar aluminium dan plastik. *Laminate tube* memiliki bentuk tabung dan terdiri atas tiga bagian utama, yaitu: bagian *cap* sebagai penutup kemasan, bagian *shoulder* sebagai tempat melekatnya *cap* dan bagian *body* sebagai tubuh kemasan. Bagian *cap* berfungsi sebagai pintu keluar masuknya zat cair di dalam kemasan *laminate tube*. Bagian *cap* memiliki struktur kuat dan tidak fleksibel. Sedangkan bagian *shoulder* dan *body laminate tube* terdiri dari beberapa lapisan yang bersifat fleksibel dan tipis. Lapisan *shoulder* dan *body laminate tube* berperan sebagai tempat penyimpanan produk cair sekaligus sebagai penghalang masuknya udara dari luar. Dengan adanya lapisan ini, kualitas produk yang terdapat di dalam kemasan akan tetap terjaga.

Pemakaian *laminate tube* dapat ditemukan dalam kehidupan sehari-hari. *Laminate tube* sering digunakan untuk mengemas produk kosmetik, alat mandi, perlengkapan pembangunan bangunan, serta makanan dan minuman. Contoh produk yang menggunakan *laminate tube* adalah pasta gigi, *hand cream*, dan *sun lotion*. Setelah produk dalam kemasan *laminate tube* habis, masyarakat sering membuang kemasan itu secara sembarangan tanpa adanya langkah pengolahan khusus. Padahal, kemasan *laminate tube* terbuat dari dua bahan pokok yang tidak mudah terurai, yaitu logam aluminium dan plastik.

Proses pembuatan *laminare tube* melalui berbagai tahapan. Dimulai dari pengolahan *raw material* hingga menjadi *finished-goods*. Dalam pengolahan *laminare tube*, logam aluminium dan plastik yang merupakan bahan penyusun utama kemasan *laminare tube* akan digabungkan menjadi suatu material yang kuat, tahan lama, fleksibel, dan yang terpenting ringan. Kedua bahan ini tidak mudah terurai oleh alam atau dikenal dengan istilah *anorganik*. Plastik dan logam aluminium diperkirakan membutuhkan waktu 100 hingga 500 tahun agar dapat terurai secara sempurna oleh alam (Fazidi, 2019).

Dalam pengolahan *Laminare tube* terdapat sisa produksi yang disebut sebagai limbah pabrik. Limbah pabrik dapat berupa tiga wujud, yakni: padat, cair, dan gas. Kebiasaan masyarakat untuk mengolah *Laminare tube* secara berlebihan tanpa adanya langkah daur ulang yang tepat akan menimbulkan limbah pabrik yang bersifat merusak lingkungan. Apabila kebiasaan ini tidak segera teratasi, penumpukan limbah-limbah *anorganik* akan terjadi. Penumpukan-penumpukan limbah pabrik yang berlebih menyebabkan pencemaran lingkungan.

Berdasarkan fakta-fakta yang telah diuraikan, penelitian “Pengaruh Limbah Produksi *Laminare Tube* terhadap Lingkungan Sekitar“ di PT Pacific Equinox yang telah dilakukan menunjukkan bahwa terdapat limbah-limbah pabrik dengan tata pengolahan tertentu. Penelitian ini telah dilakukan dan mampu memberikan wawasan tambahan kepada pembacanya, juga mampu untuk meningkatkan kesadaran pembaca dalam menjaga lingkungan.

B. Batasan Masalah

Beberapa batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Luas lingkup hanya seputar limbah produksi *Aluminium Barrier Laminate* (ABL).
2. Informasi yang disajikan yaitu mengenai jenis limbah yang dihasilkan serta cara penanganan limbah tersebut.

C. Rumusan Masalah

Rumusan masalah berdasarkan latar belakang di atas sebagai berikut.

1. Bagaimana proses produksi *laminated tube*?
2. Bagaimana jenis-jenis limbah produksi *laminated tube* ?
3. Bagaimana dampak limbah produksi *laminated tube* terhadap lingkungan sekitar?
4. Bagaimana cara penanganan limbah yang dilakukan PT. Pacific Equinox agar tidak menimbulkan pencemaran lingkungan?

D. Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. mendeskripsikan proses produksi *laminated tube*.
2. mendeskripsikan jenis-jenis limbah *laminated tube* pada lingkungan sekitar.
3. mendeskripsikan dampak limbah *laminated tube* terhadap lingkungan.
4. mendeskripsikan tata cara penanganan limbah produksi *laminated tube*.

E. Manfaat

Penelitian ini bermanfaat agar:

1. jenis-jenis limbah dapat dibedakan berdasarkan sifatnya.
2. pengaruh limbah pabrik *laminated tube* terhadap lingkungan dapat diketahui,
3. kontribusi berupa rekomendasi dapat diberikan kepada pabrik, bilamana limbah yang dihasilkan bersifat mencemari/merusak lingkungan.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Pengertian *Laminate Tube*

Laminate tube atau tuba laminasi merupakan kemasan ringan yang berbahan dasar aluminium atau plastik. Tuba laminasi memiliki bentuk tabung yang berfungsi untuk menyimpan produk di dalamnya. Tuba laminasi memiliki tiga bagian utama, yaitu: bagian *cap* sebagai penutup kemasan, bagian *shoulder* sebagai tempat melekatnya *cap*, dan bagian *body* sebagai tubuh kemasan. Bagian *shoulder* dan *body* terbuat dari beberapa lapisan yang di dalamnya terkandung kandungan logam aluminium ataupun biji plastik.

B. Sejarah *Laminate Tube*

Pada awalnya, istilah *tube* ditemukan oleh seorang pelukis Amerika bernama John G. Rand. Pada tahun 1830, para pelukis mengalami kesulitan untuk bepergian jauh membawa cat minyak. Para pelukis cenderung untuk membawa beberapa kantong berisi pigmen-pigmen cat lalu mengaduknya di tempat. Setelah mengaduk, bahan tersebut harus habis dalam sekali pakai karena bila dibiarkan dengan udara terbuka cat tersebut akan mengering. Hingga pada tahun 1841, John G. Rand mulai memperkenalkan tuba cat yang berbahan timbal. Dengan adanya penemuan tuba cat, para seniman termudahkan untuk bepergian keluar dengan jarak yang jauh.

Seiring berjalannya waktu, kebutuhan akan tuba tidak hanya terbatas untuk kebutuhan cat. Kosmetik dan pasta gigi akhirnya, menjadi kebutuhan mendasar

para rakyat. Pada tahun 1887, Dr. Washington Sheffield memperkenalkan pasta gigi dalam kemasan tuba berbahan dasar aluminium. Kemasan ini memiliki tujuan utama untuk mencegah keringnya zat di dalam kemasan. Seiring dengan perkembangan teknologi, bahan dasar pembuatan tuba tergantikan oleh *ethylene vinyl alcohol* (EVOH) dan diberikan beberapa lapisan *polyethylene* sebagai perekat.

C. Jenis-Jenis *Laminate Tube*

Laminate Tube terbagi menjadi dua jenis berdasarkan bahan dasar pembuatannya, yaitu: ABL (*Aluminium Barrier Laminate*) dan PBL (*Plastic Barrier Laminate*). ABL adalah kemasan laminasi yang menggunakan bahan dasar aluminium untuk lapisannya. Dengan adanya lapisan aluminium, kandungan produk di dalam kemasan akan terhindar dari paparan sinar matahari dan udara luar, sehingga kualitas produk di dalamnya akan tetap terjaga dari pengaruh-pengaruh luar. Biasanya ABL digunakan dalam produk kosmetik dan obat-obatan.

Sedangkan, PBL (*Plastic Barrier Laminate*) adalah kemasan yang menggunakan *ethylene vinyl alcohol* (EVOH) *film* untuk lapisannya. Lapisan ini mencegah terpaparnya produk dengan udara luar. Pada proses pembuatannya EVOH akan direkatkan dengan dua lapisan plastik *polyethylene*.

D. Definisi dan Jenis Limbah

Menurut Peraturan Pemerintah No. 18/1999 Jo.PP 85/1999, limbah didefinisikan sebagai sisa atau buangan dari suatu usaha dan atau kegiatan manusia. Dengan kata lain, limbah adalah barang sisa dari suatu kegiatan yang sudah tidak

bermanfaat atau bernilai ekonomi lagi. Berdasarkan senyawanya limbah terbagi menjadi tiga, yaitu: limbah organik, limbah anorganik, dan limbah B3. Limbah organik adalah limbah yang berasal dari makhluk hidup. Limbah ini biasanya berupa cangkang telur, daun tumbuhan, dan lain-lain. Sedangkan limbah anorganik merupakan limbah yang berasal dari zat yang sulit untuk terurai oleh alam. Limbah anorganik dapat berupa limbah pabrik, limbah minyak, dan botol plastik. Terakhir, limbah B3 merupakan limbah yang dapat merusak lingkungan dan kesehatan manusia. Limbah B3 biasanya memiliki sifat-sifat yang berbahaya sehingga butuh penanganan khusus dalam pengolahannya. Limbah B3 dapat ditemukan dalam kandungan aerosol, sabun cuci piring, dan limbah pabrik.

Berdasarkan bentuk atau wujudnya, limbah dapat dibagi menjadi empat, yaitu: limbah cair, limbah padat, limbah gas, dan limbah suara. Limbah cair adalah sisa hasil buangan proses produksi atau aktivitas domestik yang berupa cairan. Limbah cair dapat berupa air beserta bahan-bahan buangan lain yang tercampur (tersuspensi) maupun terlarut dalam air. Limbah padat adalah sisa hasil kegiatan industri maupun aktivitas domestik yang berbentuk padat.

Contoh dari limbah padat diantaranya yaitu: kertas, plastik, serbuk besi, serbuk kayu, kain, dll. Limbah gas adalah limbah yang memanfaatkan udara sebagai media. Secara alami udara mengandung unsur-unsur kimia seperti O₂, N₂, NO₂, CO₂, H₂ dll. Penambahan gas ke udara yang melampaui kandungan udara alami akan menurunkan kualitas udara. Limbah gas yang dihasilkan berlebihan dapat mencemari udara serta dapat mengganggu kesehatan masyarakat. Sedangkan limbah suara yaitu limbah yang berupa gelombang bunyi yang merambat di udara. Limbah suara dapat dihasilkan dari mesin kendaraan, mesin-mesin pabrik, peralatan elektronik, dan sumber-sumber yang lainnya.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan pada:

hari : Selasa, 15 Februari 2022

pukul : 07.00 - 13.00 WIB

tempat : PT Pacific Equinox

B. Variabel Penelitian

Variabel dalam penelitian ini, di antaranya sebagai berikut.

1. Variabel bebas : limbah produksi *laminat tube*
2. Variabel terikat : pengaruh terhadap lingkungan sekitar
3. Variabel kontrol : kandungan limbah produksi *laminat tube*

C. Metode Penelitian

Teknik yang digunakan dalam pengumpulan data adalah sebagai berikut.

1. Studi Pustaka, yaitu dengan mengadakan kajian pustaka terhadap berbagai buku referensi yang berkaitan dengan masalah yang dibahas dalam penelitian ini.
2. Observasi, mengamati limbah produksi *laminat tube* yang dibuang di sekitar pabrik.
3. Wawancara, melakukan tanya jawab/mewawancarai orang-orang yang berhubungan dengan objek observasi untuk memperoleh data.

D. Teknik Analisis Data

Metode yang digunakan untuk menganalisis data hasil penelitian ini adalah dengan metode analisis deskriptif dan analisis kualitatif, yaitu dengan melakukan peninjauan terhadap data yang diperoleh secara deskriptif maupun kualitatif.

E. Langkah-Langkah Observasi

Setelah tahap persiapan selesai, dilakukan pengambilan data dengan langkah sebagai berikut.

1. Mendatangi lokasi penelitian,
2. Mengumpulkan data dari personel perusahaan melalui pertanyaan yang sudah disiapkan,
3. Mencatat hasil observasi,
4. Membuat kesimpulan.

F. Prosedur Penelitian

Tahap pelaksanaan kegiatan yang telah dilaksanakan sebagai berikut.

No.	Kegiatan	Waktu
1	Kunjungan ke PT Pacific Equinox	15 Februari 2022
2	Penyusunan laporan	16 Februari 2022
3	Penyelesaian laporan di luar jam pelajaran	17 - 21 Februari 2022
4	Konsultasi dan bimbingan dengan Guru Bidang Studi Bahasa Indonesia dan Guru Bidang Studi Inggris	22 - 25 Februari 2022
5	Pengumpulan <i>softcopy</i> Laporan Studi Ekskursi	3 Maret 2022

6	Presentasi hasil Studi Ekskursi	11 Maret 2022
7	Revisi dan penjilidan laporan	12 - 16 Maret 2022
8	Pengumpulan <i>hardcopy</i> Laporan Studi Ekskursi	17 Maret 2022

BAB IV

PEMBAHASAN HASIL PENELITIAN

Laminate tube adalah kemasan ringan yang berbahan dasar aluminium dan plastik. *Laminate tube* memiliki bentuk tabung dan terdiri atas tiga bagian utama, yaitu: bagian *cap* sebagai penutup kemasan, bagian *shoulder* sebagai tempat melekatnya *cap*, dan bagian *body* sebagai tubuh kemasan. Bagian *cap* berfungsi sebagai pintu keluar masuknya zat cair di dalam kemasan *laminate tube*. Bagian *cap* memiliki struktur kuat dan tidak fleksibel. Sedangkan bagian *shoulder* dan *body laminate tube* terdiri dari beberapa lapisan yang bersifat fleksibel dan tipis. Lapisan *shoulder* dan *body laminate tube* berperan sebagai tempat penyimpanan produk cair sekaligus sebagai penghalang masuknya udara dari luar. Dengan adanya lapisan ini, kualitas produk yang terdapat di dalam kemasan akan tetap terjaga.

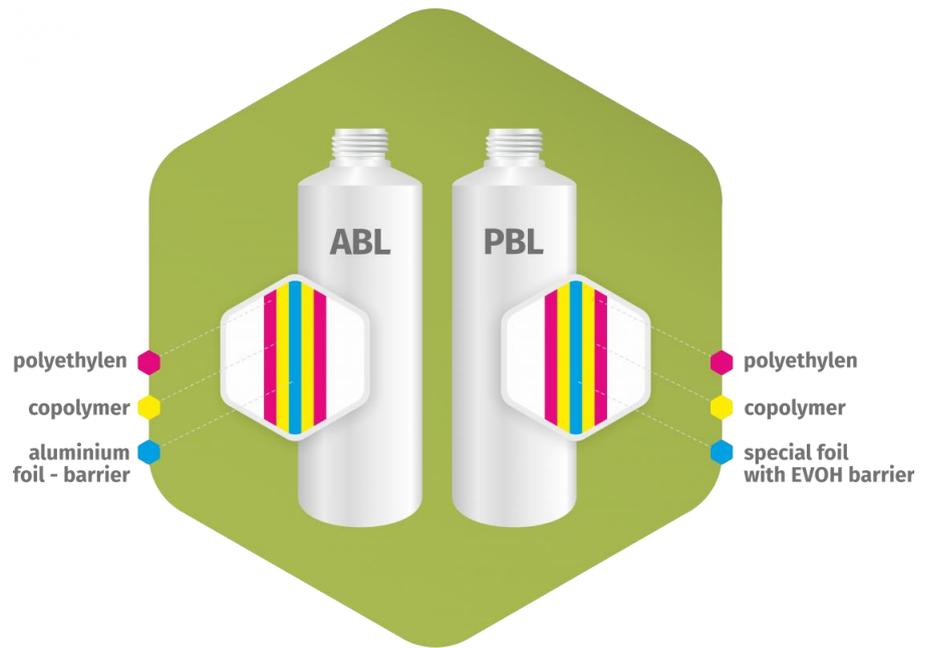
Laminate tube atau tuba laminasi memiliki dua jenis utama, yaitu ABL (*Aluminium Barrier Laminate*) dan PBL (*Plastic Barrier Laminate*). ABL adalah kemasan laminasi yang menggunakan bahan dasar aluminium untuk lapisannya. Sedangkan, PBL adalah kemasan yang menggunakan *ethylene vinyl alcohol (EVOH) film* untuk lapisannya.

ABL memiliki lima lapisan pada strukturnya, yaitu: lapisan *polyethylene* berwarna, lapisan copolymer putih, lapisan aluminium, *copolymer*, dan *polyethylene*. Lapisan *polyethylene* atau polietilena adalah termoplastik yang digunakan secara luas oleh konsumen produk sebagai kantong plastik. Lapisan *polyethylene* memiliki karakteristik ringan, fleksibel, kedap terhadap air, mudah untuk didaur ulang, serta relatif kuat tergantung pada tipenya (HDPE/LDPE). ABL juga dilengkapi dengan lapisan *copolymer*

yang bertujuan untuk meningkatkan sifat plastik agar dapat bertahan dalam tahapan produksi, seperti tahan terhadap panas dan tahan benturan. Lapisan *copolymer* yang memantulkan cahaya ke arah tertentu, produk terkesan mengkilap. Lapisan aluminium terletak di bagian tengah dari struktur ABL. Lapisan aluminium berperan penting dalam penghalang sinar, udara, kelembaban, dan bau dari luar.

Di sisi lainnya, PBL terdiri atas lima lapisan mirip dengan ABL hanya saja PBL menggunakan EVOH sebagai lapisannya. PBL terdiri atas lima lapisan: lapisan polyethylene (HDPE), lapisan *copolymer*, *ethylene vinyl alcohol* (EVOH), lapisan *copolymer*, dan lapisan polyethylene (LMDPE). Lapisan EVOH merupakan kopolimer yang terdiri dari *ethylene* dan *vinyl* alkohol, kombinasi dari monomer tersebut menghasilkan plastik berkarakteristik pengemas yang sesuai untuk menghambat migrasi gas, bersifat fleksibel, dan tahan terhadap panas.

Di antara PBL dan ABL terdapat karakteristik yang membedakan kedua produk. ABL memiliki karakteristik lebih kaku, sehingga mampu menjaga kualitas produk lebih baik dibandingkan dengan PBL. ABL lebih sering ditemukan dalam kemasan-kemasan makanan dan kemasan pasta gigi. Sedangkan PBL memiliki karakteristik lebih lunak, berbahan full plastik, dan memiliki *barrier* plastik. PBL dapat ditemukan dalam berbagai kemasan obat-obatan dan kosmetik.

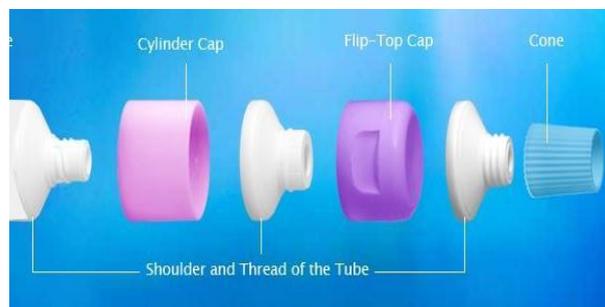


Gambar 1 Struktur Lapisan ABL dan PBL

PT Pacific Equinox adalah produsen tabung untuk ABL dan PBL yang mampu mengembangkan desain apapun (termasuk pencetakan foil dingin), memproduksi tabung dalam panjang apapun, dan aksesoris yang diperlukan (variasi tutup). Dengan pengalaman yang sangat panjang dalam pembuatan bisnis tabung, sejak tahun 1978 ketika perusahaan PT Tamanaco Taman Sidoarjo, dibangun PT Pacific Equinox ahli dalam bisnis inti yaitu di tabung laminasi sejak tahun 1999.

Pembuatan *Laminate tube* yang dilakukan oleh PT Pacific Equinox melalui beberapa tahapan yang kompleks dan detail. Dimulai dari tahap pertama yakni, pabrik akan mendatangkan bahan-bahan mentah untuk dikelola menjadi *Laminate tube*. Tahap ini akan melalui inspeksi yang ketat dari pihak pabrik. Apabila kualitas bahan mentah tidak sesuai dengan standarnya, pihak pabrik akan menolak bahan-bahan tersebut. Sedangkan bila kualitas produk memenuhi standarnya maka pabrik akan melanjutkan ke tahap penyimpanan untuk didistribusikan kepada sektor-sektor pembuatan tertentu.

Sektor pertama adalah sektor *injection production*. Sektor ini bertanggung jawab untuk memproduksi bagian shoulder dan cap. Sektor ini menggunakan bahan baku biji plastik. Bentuk dan ukuran cap bermacam-macam tergantung pada permintaan konsumen. Contoh dari bentuk cap adalah bentuk *flower pot*, *flip top*, dan *standing cap*. Sektor ini akan menjalankan proses inspeksi yang ketat dengan menggunakan alat dan metode pengukuran tertentu. Selain ukuran, kualitas dari shoulder dan cap juga harus memenuhi standarnya.



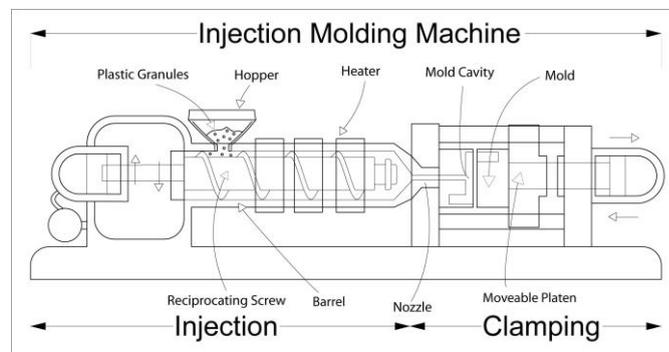
Gambar 2 *Shoulder dan Cap Laminated Tube*

Sektor kedua adalah sektor *printing production*. Sektor ini bertanggung jawab untuk mencetak informasi dan nama produk sesuai dengan permintaan konsumen. Sektor ini membutuhkan tiga bahan utama, yaitu: *web blank*, tinta, dan varnish. Setelah segala desain telah selesai, *web blank* akan melalui proses pencetakan gambar. Setelah proses pencetakan selesai akan dilanjutkan dengan proses inspeksi. Proses inspeksi dilakukan dengan detail agar kesalahan cetak seperti tidak sesuai warna dan hilangnya suatu tulisan dapat ditemukan. Setelah proses inspeksi, *web blank* akan disimpan menjadi *web stock*. Kemudian *web stock* dicetak dengan varnish agar tampil mengkilap. *Web stock*, kemudian akan menjadi *web blank* yang menarik perhatian konsumen dalam bentuk gulungan yang berdiameter besar.



Gambar 3 *Web Blank* dan *Web print*

Setelah kedua sektor telah selesai memproduksi *web stock*, *shoulder*, dan *cap*. Pabrik akan memulai tahap pembuatan *body laminate tube*. Dalam proses pembuatan tubuh dari tuba laminasi, *web stock* yang telah di print akan dimasukkan kedalam mesin yang akan menjadikan gulungan tersebut menjadi lembaran datar dengan ukuran tertentu. Lembaran tersebut kemudian akan melalui panas yang dihasilkan oleh frekuensi tinggi menjadi bentuk tabung dengan ukuran tertentu. Kemudian bentuk tabung yang panjang tersebut akan dipotong menjadi tabung dengan ukuran yang diminta konsumen. Setelah tahapan tersebut, tabung-tabung tersebut akan mengalami proses *injection molding*. Proses *injection molding* adalah proses yang menggabungkan *shoulder* dengan tubuh laminasi. Proses *injection molding* dibantu dengan panas yang dihasilkan oleh frekuensi tinggi atau dari udara panas.



Gambar 4 Skema Alat *Injection Molding*



Gambar 5 Proses Penguluran *Web Print*



Gambar 6 Proses Pembentukan Bentuk Silinder



Gambar 7 Proses Pemotongan



Gambar 8 Hasil Potongan



Gambar 9 Proses *Injection Molding*



Gambar 10 Hasil Jadi dan Pengemasan

Setelah melalui proses produksi yang panjang dan kompleks, laminated tube telah selesai diproduksi oleh PT Pacific Equinox. Sebelum dikirim ke konsumen, pihak PT Pacific Equinox akan melakukan inspeksi terakhir terhadap produk. Inspeksi yang dilakukan terhadap produk meliputi aspek ukuran, cetakan, dan kualitas. Pihak PT Pacific Equinox akan mengambil 1 sampel diantara ratusan produk lainnya untuk diuji. Apabila sampel tersebut memenuhi standar kualitas dan ukuran, pihak PT Pacific Equinox akan menganggap bahwa produk lainnya tergolong aman. Apabila, sampel tidak memenuhi standar produksi maka PT Pacific Equinox akan mengolah kembali ratusan produk lainnya yang diproduksi bersama sampel tersebut.

Dalam proses produksi laminate tube yang panjang dan kompleks tersebut, terdapat limbah produksi yang berupa padat dan cairan tanpa adanya limbah dalam bentuk gas. Limbah padat merupakan limbah yang berasal dari material pendukung, seperti: kardus dan kantong plastik. Sedangkan, limbah cairan merupakan limbah yang berasal dari material utama dalam pembuatan laminate tube. Limbah ini berupa sisa residu tinta oli bekas mesin.

Limbah material pendukung yang berupa kantong plastik dan kardus digunakan untuk memberikan kemudahan untuk mengelompokkan bahan-bahan mentah sebelum memasuki tahapan proses. Selain itu material pendukung ini juga digunakan untuk mengemas *laminated tube* dalam jumlah yang banyak sebelum dikirim ke konsumen. Limbah material pendukung dapat dikelompokkan sebagai limbah anorganik maupun organik.. Limbah anorganik adalah limbah yang sulit untuk terurai oleh alam, namun limbah ini tidak membutuhkan penanganan khusus untuk mengolahnya. Sebaliknya, limbah organik merupakan limbah yang mudah untuk terurai oleh alam karena berasal dari alam. Walaupun tidak berbahaya, jumlah limbah-limbah khususnya anorganik harus dibatasi agar tidak menimbulkan kerusakan kepada lingkungan.

Kardus memiliki tiga jenis yang dibedakan menurut jumlah lapisan dan ketebalannya yang tergantung pada kegunaannya. Jenis-jenis tersebut adalah *single-wall*, *double-wall*, dan *triple-wall*. Untuk kegiatan industri, jenis kardus yang digunakan adalah triple wall dengan ketebalan 10 mm. Umumnya kardus terbuat dari gabungan pulp yang merupakan serat kayu dan limbah kertas yang diolah kembali menjadi kardus. Oleh karena itu, kardus merupakan limbah organik.

Apabila kardus tidak dikelola dengan tepat akan menimbulkan beberapa dampak negatif terhadap lingkungan. Karena kardus terbuat dari kayu yang berasal dari pohon maka pembuatan kardus secara banyak-banyakan akan mengurangi jumlah pohon secara signifikan. Apabila jumlah pohon berkurang, maka dampaknya adalah berkurangnya jumlah gas oksigen di udara dan bertambahnya gas karbondioksida yang akan menuntun ke efek rumah kaca yang lebih kuat dan menimbulkan pemanasan global. Selain itu, rusaknya hutan akan punahnya hewan akibat tidak adanya tempat untuk berlindung. Berkurangnya jumlah pohon juga akan mengakibatkan bencana alam, seperti: tanah longsor dan banjir. Tanpa adanya hutan, tidak akan ada daerah resapan air hujan. Sehingga air hujan mengendap dan mengakibatkan banjir. Air hujan yang mengendap juga dapat menurunkan stabilitas tanah, terutama di lahan miring. Apabila terdapat jumlah sampah kardus dalam tanah, dampaknya adalah terhambatnya penyerapan air ke dalam tanah. Sehingga tumbuhan yang berada di daerah tersebut akan mudah mati atau layu.

Untuk menghindari dampak tersebut Kardus dapat dikelola kembali menjadi kerajinan ataupun dipakai kembali untuk mengemas produk lainnya. Kardus juga bisa untuk dibuang di tempat pembuangan sampah. Karena berbahan dasar serat kayu, proses dekomposisi kardus akan berjalan dengan waktu yang singkat sekitar 3-6 bulan. Laju dekomposisi kardus akan bertambah bila terkena cuaca yang lembab.

Limbah material pendukung selanjutnya adalah plastik. Plastik merupakan limbah anorganik. Plastik membutuhkan waktu sekitar 450 tahun untuk benar-benar terurai oleh alam. Plastik dapat dikelola kembali menjadi produk lainnya yang memiliki nilai ekonomis lebih atau dapat digunakan kembali untuk penyimpanan. Plastik juga dapat dikubur akan terurai oleh alam dan dibakar, walaupun akan menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan.

Kandungan plastik juga memberikan dampak negatif terhadap lingkungan. Terhadap lingkungan akan memberikan pencemaran terhadap tanah, air, dan makhluk bawah tanah. Racun-racun dari plastik akan meracuni dan membunuh hewan-hewan pengurai tanah yakni, cacing tanah. Hewan-hewan dapat tersangkut dalam bungkus plastik dan mati karena tidak bisa mencernanya. Hewan yang mati di dalam kantong plastik tidak akan bisa terurai dan akan menjadi racun bagi sekitarnya. Apabila dibuang di sungai limbah plastik yang berlebih akan menimbulkan banjir. Limbah plastik juga akan mengganggu jalannya air ke dalam tanah. Sedangkan, melalui pembakaran plastik akan melepaskan beberapa zat berbahaya ke udara, seperti karbon monoksida, dioksin dan furan, volatil, serta partikel lainnya. Jumlah gas-gas yang berlebihan dalam manusia dapat menimbulkan resiko kanker, kerusakan organ, dan gangguan pertumbuhan janin.

Tidak hanya limbah material pendukung, limbah material utama juga menjadi perhatian khusus dalam pengolahannya. Limbah-limbah tersebut berupa tinta UV/ dan oli bekas dari mesin. Limbah-limbah material utama tergolong sebagai limbah B3. Limbah jenis ini membutuhkan penanganan khusus dalam pengolahannya. Hal ini dikarenakan di dalamnya terdapat kandungan berbahaya bagi lingkungan maupun manusia.

Tinta UV digunakan untuk proses print web blank hingga menjadi web print. Tinta UV diformulasikan sehingga mengandung oligomer, monomer, pigmen, inisiator foto, dan berbagai aditif untuk meningkatkan tampilan dari produk. Tinta UV disesuaikan untuk masing-masing persyaratan pasar untuk daya tahan luar ruangan, ketahanan kimia, tahan suhu, tahan air, dan fleksibilitas untuk proses *print*. Tinta UV memiliki kandungan karbon aktif di dalam bubuk tinta yaitu zat karsinogen yang sangat berbahaya bagi kesehatan. Partikel tinta berukuran sangat kecil dan tidak dapat dilihat oleh mata manusia serta dapat bertahan di udara dalam jangka waktu yang panjang. Apabila seorang manusia terpapar tinta UV, dapat menyebabkan beberapa gangguan medis seperti iritasi kulit dan mata, sakit kepala, gatal, gangguan pernapasan bahkan kanker.

Selain itu pada tinta UV juga dilengkapi varnish yang juga merupakan limbah B3 cair, karena mengandung senyawa benzena. Orang yang terpapar oleh Benzena akan menimbulkan iritasi pada kulit manusia, sedangkan apabila menghirup jumlah Benzena akan menimbulkan pusing dan sakit kepala. Untuk jangka panjang dapat menimbulkan penurunan jumlah sel darah merah. Dengan jumlah konsentrasi Benzena yang banyak di udara, tanah, dan air Benzena mampu menghentikan tumbuhan melakukan fotosintesis. Paparan berlebihan terhadap bentuk gas dapat membuat tanaman mati lemas karena gas menggantikan karbon dioksida yang dibutuhkan tanaman untuk metabolisme.

Selanjutnya, terdapat oli bekas mesin sebagai salah satu limbah B3. Oli bekas merupakan limbah B3 cair. Dalam prakteknya, oli berperan sebagai pelumas dan pendingin terhadap mesin. Oli memiliki lapisan-lapisan halus untuk mencegah terjadinya benturan antar logam. Dalam oli bekas terkandung sejumlah sisa hasil pembakaran yang bersifat asam dan korosif, deposit, dan logam berat yang bersifat karsinogenik.

Oli bekas dapat menimbulkan beberapa dampak terhadap manusia khususnya karena paparan logam berat yang terkandung di dalamnya. Masuknya oli bekas ke sungai atau perairan berarti juga masuknya kandungan logam berat di dalam perairan. Peningkatan kadar logam berat pada air laut akan mengakibatkan logam berat yang semula dibutuhkan untuk proses metabolisme berubah menjadi racun bagi organisme laut. Selain bersifat racun, logam berat di perairan akan terakumulasi dalam sedimen yang akan terakumulasi pada organisme laut juga. Logam berat yang tercemar di tanah juga akan mengurangi kesuburan tanah dan menjadi racun bagi tanaman. Untuk manusia, oli bekas akan berperan sebagai pemicu kanker.

Pengolahan limbah B3 dilakukan di luar PT Pacific Equinox. Hal ini dikarenakan bahwa limbah B3 membutuhkan tata cara pengelolaan yang khusus. Pihak PT Pacific Equinox akan menyediakan Tempat Penyimpanan Sementara (TPS) agar dapat menyimpan sementara limbah tersebut sebelum pihak tertentu datang untuk mengolahnya. TPS berbentuk drum yang berisi semua limbah cair yang dikeluarkan dari perusahaan tersebut.

Limbah B3 dapat dikelola oleh pihak berwenang dengan metode pengolahan secara kimia, fisika, dan biologi. Proses pengolahan limbah B3 secara kimia dan fisika yang umumnya dilakukan adalah *solidifikasi*. *Solidifikasi* merupakan proses penambahan senyawa pereaksi untuk mengubah bentuk fisik dan sifat kimia limbah tersebut. Proses pengolahan limbah B3 secara biologi dikenal dengan istilah *bioremediasi* dan *fitoremediasi*. *Bioremediasi* adalah penggunaan bakteri dan mikroorganisme lain untuk mengurai limbah B3, sedangkan *fitoremediasi* adalah penggunaan tumbuhan untuk mengabsorpsi dan mengakumulasi bahan-bahan beracun dari tanah. Namun *fitoremediasi* dan *bioremediasi* memiliki kelemahan, yakni membutuhkan waktu yang lama untuk menetralkan limbah B3.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Limbah yang diproduksi oleh PT Pacific Equinox termasuk berbahaya bagi lingkungan, baik limbah material pendukung maupun material utama. PT Pacific Equinox sudah melakukan beberapa upaya untuk mengolah limbah–limbah tersebut. Salah satunya adalah dengan menyediakan fasilitas TPS dan bekerja dengan PT Unilever. Telah dinyatakan bahwa dampak dari limbah yang diproduksi oleh PT Pacific Equinox tidak sebanding dengan efek limbah dari perusahaan-perusahaan lebih besar lain yang memproduksi massal produk-produk plastik.

B. Saran

Penelitian ini masih tergolong jauh dari sempurna. Untuk penelitian kedepannya, sebaiknya seluruh anggota dapat ikut berpartisipasi dengan sungguh-sungguh baik secara online maupun offline. Selain itu, sebaiknya para anggota lebih aktif dalam mempertanyakan pertanyaan-pertanyaan kritis mengenai perusahaan tersebut. Selanjutnya, seluruh anggota ekskursi perlu melakukan penelitian yang lebih dalam mengenai perusahaan yang dituju sebelum mengunjungi perusahaan tersebut. Tujuannya adalah untuk mempermudah anggota kelompok dalam mempertanyakan pertanyaan-pertanyaan di perusahaan.

Untuk penelitian kedepannya, pihak sekolah dapat menaikkan anggaran untuk para guru dan siswa yang mengikuti studi ekskursi supaya seluruh proses penelitian dapat berjalan dengan nyaman dan lancar. Hal ini lebih ditekankan lagi bagi mereka dengan tujuan perusahaan yang jauh. Selain itu, sekolah perlu memperhatikan lebih dalam lagi mengenai protokol-protokol kesehatan yang telah diterapkan pada seluruh proses penelitian untuk mengurangi resiko terjangkit virus Covid-19 yang masih rawan.

Untuk kedepannya, sebaiknya perusahaan yang dituju dapat memfasilitasi anggota-anggota sekolah yang melakukan penelitian dengan lebih baik untuk membuat pengalaman secara keseluruhan studi ekskursi nyaman. Mereka yang berkewajiban dalam bagian-bagian study tour juga dapat lebih memperhatikan mereka yang terpaksa mengikuti studi ekskursi secara online untuk memaklumi mereka yang tidak dapat ikut secara langsung, terutama dalam keadaan seperti sekarang ini, dimana seluruh pihak yang terlibat masih khawatir akan kondisi pandemi Covid-19. Selain itu, perusahaan-perusahaan yang dituju diharapkan ketersediaannya untuk mengajarkan seluruh ilmu yang diperlukan untuk penelitian ini, seperti ketersediaannya untuk merekam atau mengambil bukti langsung proses pabrik.

LIST OF REFERENCES

- Anonymous. (2022, 5th February). “(New Report) Aluminum Barrier Laminate (ABL) Tubes Market In 2022 : The Increasing use in Cosmetics, Oral Care, Commercial, Pharmaceuticals, Homeuse Personal Care is driving the growth of the Industry across the globe”. Industrial IT. Retrieved on 18th February 2022 from <https://industrialit.com.au/new-report-aluminum-barrier-laminate-abl-tubes-market-in-2022-the-increasing-use-in-cosmetics-oral-care-commercial-pharmaceuticals-homeuse-personal-care-is-driving-the-growth-of-the-industry/>.
- Anonymous. (2021, 16th November). “Efek Aluminium Terhadap Kesehatan Manusia Dan Lingkungan”. Tatangsma. Retrieved on 20th February 2022 from <https://tatangsma.com/kimia/efek-aluminium-terhadap-kesehatan-manusia-dan-lingkungan.html>.
- Brooks, K. (2018, 19th June). “Why Do Artists Use Oil Paint?”. Brigham Young University Museum of Art. Retrieved on 16th February 2022 from <https://moa.byu.edu/why-do-artists-use-oil-paint/>.
- Impact Consumer Products Group. (2018, September 8). “What Is EVOH And How Is It Used In Food Packaging?”. Impact Plastics. Retrieved on 17th February 2022 from <https://blog.impactplastics.co/blog/what-is-evoh-and-how-is-it-used-in-food-packaging>.
- Itsnaini, F. (2021, 20th April). “Pengertian Limbah, Karakteristik, Dan Jenis-Jenisnya”. DetikEdu. Retrieved on 20th February 2022 from <https://www.detik.com/edu/detikpedia/d-5538767/pengertian-limbah-karakteristik-dan-jenis-jenisnya>. Lippert, F. (2013). “An Introduction To Toothpaste - Its Purpose, History And Ingredients”. Monographs In Oral Science. Retrieved on 19th February 2022 from <https://doi.org/10.1159/000350456>.
- Zagoren, M. (2017, 24th July). “Learn The Advantages Of The Different Types Of Squeeze Tubes”. LinkedIn. Retrieved on 17th February 2022 from <https://www.linkedin.com/pulse/learn-advantages-different-types-squeeze-tubes-matt-zagoren>.
- Zhuqiao, M et al. (2021). “Design and Analysis of a Laminated Composite Tube”. IOP Science. Retrieved on 21th February 2022 from <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/2085/1/012038>.

LAMPIRAN



Gambar 1 Pemaparan cara mengawasi kualitas produk dari PT Pacific Equinox



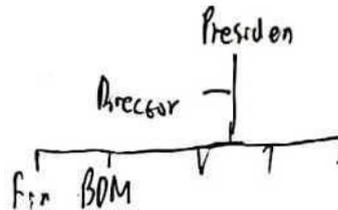
Gambar 2 Hasil produk PT Pacific Equinox menggunakan *Aluminum Barrier Laminate*

(ABL)

STUDI EKSKURSI XI-MIPA 2022

CATATAN:

Kebanyakan membuat laminate tube untuk pasta gigi / kosmetik.
Bahan utama porselen dan aluminium.



Pulu dan Garuda Metalindo.
PT Unilever = produsen

Pulu PT. Tananaco yang membuat tube aluminium



1999 → Dibentuk PT. Pacific Equinox membuat laminate tube untuk
save cost.

ISO 9001:2000 = standar verifikasi pendirian suatu perusahaan.

2010 40% Unilever disupply PT. PE

Cold Foil = yang membuat mengkilat

Mesin digital quantity rendah tapi harga murah

Combinal BM (SM 100 (termasuk medium speed)).

22 | Studi Ekskursion XI-MIPA 2022

Gambar 3 Catatan saat Studi Ekskursion di PT Pacific Equinox

STUDI EKSKURSI XI-MIPA 2022

CATATAN:

Aluminium harga mahal quantity sedikit.

Membuat plat dari arborok untuk tube.

• Bahan utama:

resin = biji plastik

kardus

Plastik tolesil

• Pewarnaan:

Web (body)

Tinta

Tarnish

Plat.

Pencetakan warna gak cm / warna saja

• Material

ABL → Lebih keras, lebih bagus menjaga material di dalam, dari dalam tube terlihat aluminium, untuk mencegah oksigen mengenai pasta gigi, karena pasta gigi, ada perasa yang bisa rusak.

PBL → Lebih lunak, barrier nya plastik, full plastik, biasa dipakai untuk kosmetik menjaga isi kosmetik.

Gambar 4 Catatan saat Studi Ekskursion di PT Pacific Equinox

STUDI EKSKURSI XI-MIPA 2022

CATATAN:

 = flower pot

ABL = Aluminium Barrier Layer

 = standing cap

PCL = Plastic Barrier Layer

 = hexagonal

Lapisan ABL:

Lapisan PBL:

 = flip top

HDPE
COEX
~~PE-ETA~~
AL
COEX ETA-PE

HDPE
COEX
r

Loose cap = critical (yg harus ceklek)

- Thickness measurement = pengukur ketebalan
- Caliper = pengukur diameter
- Bursting tester = Uji meledak (dikit angin)
- Weighing scale = ngukur berat
- Torque meter = Mengukur kencang capnya
- Microscope = melihat leleh sambungan

PT ~~terbesar~~ kedua → PT. Albea.



STUDI ESKKURSI XI-MIPA 2022

CATATAN:

Sampah dari laminase tube dipotong kecil-kecil supaya tidak ada sampah yang bisa dipakai ulang

Waste dapat digunakan ulang untuk kardus, tube, dll

- Selama ini masih belum ada cara mengurangi sampah kecil-kecil, memisahkan produk tube dan mere-cycle sampah menjadi karpet, talang.

- Solusi yang diperlukan adalah dengan mencari cara memisahkan aluminium dengan plastik.

- Apa pake plastik PET

Plastik ada PET, PEP, OVEN

Jenis plastik = PP, PET, PE,