



## **KAJIAN SANITARI PENGELOLAAN SAMPAH INTERNASIONAL DI BANDARA INTERNASIONAL SOEKARNO HATTA**

**JULIA ROSMAYA RIASARI**



**SEKOLAH PASCASARJANA  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2020**

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



## ©Hak cipta milik IPB University

## IPB University



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

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



## **PERNYATAAN MENGENAI DISERTASI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA**

Dengan ini saya menyatakan bahwa disertasi berjudul Kajian Sanitari Pengelolaan Sampah Internasional di Bandara Internasional Soekarno Hatta adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir disertasi ini. Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Februari 2020

*Julia Rosmaya Riasari*  
NIM B261140051

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



JULIA ROSMAYA RIASARI. Kajian Sanitari Pengelolaan Sampah Internasional di Bandara Internasional Soekarno Hatta. Dibimbing oleh MIRNAWATI BACHRUM SUDARWANTO, AGUSTIN INDRAWATI, dan HADRI LATIF.

Sampah Internasional (SI) menurut *Canadian Food Inspection Agency* (CFIA) adalah istilah yang diberikan pada sampah dari pesawat atau kapal laut internasional. Sisa makanan penumpang yang mengandung produk hewan, ikan, dan tumbuhan memiliki risiko menyebarkan penyakit ke hewan, manusia dan lingkungan. Produk pangan asal hewan, ikan dan tumbuhan yang diserahkan penumpang ke petugas di Bandara sebelum keluar juga termasuk sampah internasional. Seluruh sampah internasional harus diperlakukan secara khusus, sejak datang hingga dimusnahkan (CFIA 2012). Sampah internasional berdasarkan Undang-undang Nomor 21 Tahun 2019 tentang Karantina Hewan, Ikan dan Tumbuhan merupakan bagian dari media pembawa lain (MPL). Sampah yang terbawa oleh alat angkut dan diturunkan di tempat pemasukan harus dimusnahkan oleh pemilik alat angkut yang bersangkutan di bawah pengawasan petugas karantina

Jumlah dan volume sampah dari penerbangan internasional meningkat seiring dengan meningkatnya jumlah penumpang. Beberapa penyakit dapat ditularkan melalui sampah internasional, seperti penyakit mulut dan kuku (PMK) dan *African Swine Fever* (ASF). Pengelolaan sampah internasional sesuai aturan harus diterapkan di BISH dan bandara internasional lainnya di Indonesia untuk mencegah penyakit seperti PMK dan ASF menyebar melalui SI. Saat ini, penyakit yang ditimbulkan oleh sisa makanan yang berasal dari hewan, dari sampah pesawat internasional yang masuk ke Indonesia melalui penumpang pesawat belum diketahui. Belum ada penelitian yang menginvestigasi kehadiran bakteri pembawa penyakit pada sisa pangan asal hewan tersebut. Sistem pembuangan sampah dari pesawat hingga ke tempat pembuangan akhir juga belum pernah ditelusuri.

Tujuan umum penelitian ini adalah menganalisa bahaya sampah internasional sebagai media pembawa lain yang berisiko menyebarkan penyakit dan menyiapkan metode yang efisien, murah dan efektif dalam pengelolaan dan penanganannya. Tujuan khusus penelitian ini adalah: (1) menguraikan bahaya sampah internasional dari aspek mikrobiologi, dengan menganalisis dan mengidentifikasi bakteri *Enterobacteriaceae* patogen yang diisolasi dari sampel pangan asal hewan pada sampah internasional, (2) menganalisa tingkat resistansi bakteri terhadap antibiotik dan tipe resistansi dari *Enterobacteriaceae* pada sisa makanan dari sampel sampah internasional BISH, (3) mengidentifikasi *biological pathway* dari masuknya patogen melalui sampah internasional tersebut dan cara pencegahannya, (4) dan merancang tata cara pengelolaan sampah internasional yang efektif dan efisien.

Metodologi yang digunakan adalah pengambilan sampel, pengujian laboratorium, observasi, dan wawancara. Pengambilan sampel sampah internasional dilakukan di terminal 2D BISH. Observasi dan wawancara dilakukan pada petugas dan pegawai yang bertanggung jawab pada sampah internasional. Sampel yang diambil adalah sampah dari penerbangan luar negeri yang tiba di

## RINGKASAN



Terminal 2D. Pengambilan sampel dilakukan berdasarkan SNI 19-3964-1994 tentang Metode Pengambilan dan Pengukuran Contoh Timbulan dan Komposisi Sampah Perkotaan (BSN 1994). Pengujian sampel dilakukan berdasarkan SNI 2897-2008 tentang Metode Pengujian Cemaran Mikroba dalam Daging, Telur, dan Susu, Serta Hasil Olahannya (BSN 2008). Isolat terduga kemudian diuji menggunakan kit API 20E (BioMérieux). Koloni terduga *Salmonella spp* dikonfirmasi menggunakan uji PCR (BSN 2008). Untuk pengujian resistansi terhadap antibiotik, kategori *susceptible*, *intermediate*, dan *resistance* ditentukan melalui ukuran daya hambat yang terbentuk berdasarkan standar *Clinical and Laboratory Standard Institute* (CLSI).

Total sampel yang diperoleh adalah 78 sampel yaitu 64 sampel dari 24 pesawat dan 14 sampel dari 2 perusahaan katering pesawat (*inflight caterings*). Berdasarkan hasil pengujian didapatkan 53 sampel (67.95%) positif *Enterobacteriaceae*. Penelitian ini menemukan enam spesies *Enterobacteriaceae* pada sampah internasional dari pesawat yaitu *Enterobacter cloaca*, *Ochrobactrum anthropi*, *Ewingella americana*; *Providencia rettgeri*, *Chronobacter spp*, dan *Salmonella enterica* serovar Typhimurium. Ditemukannya bakteri ini membuktikan bahwa sisa makanan dari sampah internasional berpotensi sebagai media pembawa *Enterobacteriaceae*. Kehadiran *Salmonella* Typhimurium sebagai satu-satunya bakteri patogen yang diisolasi dari *Enterobacteriaceae* dapat menjadi sumber kontaminasi bagi lingkungan. Penanganan dan pemusnahan yang tepat dari sampah internasional di BISH sangat diperlukan untuk mencegah kontaminasi ke lingkungan. Selain itu penelitian ini menemukan tingkat resistansi *Enterobacteriaceae* cukup tinggi pada isolat *Enterobacteriaceae* dari sampel pangan asal hewan pada sampah internasional di Bandara Internasional Soekarno Hatta. Isolat *Enterobacteriaceae* tersebut telah mengalami resistansi terhadap 2 golongan antibiotik (38%), 3 golongan antibiotik (10%), dan 4 golongan antibiotik (3%).

Berdasarkan hasil pengamatan di BISH, terdapat 3 alur pembuangan sampah dari pesawat internasional, pertama tidak diturunkan dan dikembalikan ke negara asal. Kedua, sampah internasional diturunkan dan dikelola Otorita Bandara, kemudian dimusnahkan di insinerator. Ketiga, sampah internasional diturunkan dan dikelola katering bandara, kemudian dibuang keluar dari BISH antara lain ke TPA Rawa Kucing Tangerang.

Risiko terbesar penularan penyakit dari sampah internasional ke manusia, hewan dan lingkungan terdapat pada alur ketiga, sampah dikelola oleh katering bandara. Aturan mengenai pengelolaan sampah bandara telah ada, hanya penerapannya belum maksimal. Dibutuhkan sosialisasi dari seluruh pihak, terutama kepada pelaksana yang terkait langsung dengan penanganan sampah internasional. Semua peraturan tersebut menetapkan seluruh sampah internasional harus dimusnahkan untuk menghindari risiko masuknya penyakit melalui sampah internasional, ke hewan, manusia maupun lingkungan. Belum terlaksananya penerapan aturan tersebut di lapangan menunjukkan perlunya sosialisasi kepada seluruh pihak terkait, terutama pihak pelaksana yang berhubungan langsung dengan sampah internasional.

Kata kunci: *Enterobacteriaceae*, bakteri resistan antibiotik, bandara, insinerator, pesawat, sampah internasional.



## SUMMARY

JULIA ROSMAYA RIASARI. Waste International Management Sanitay Analysis in Soekarno Hatta International Airport. Supervised by MIRNAWATI BACHRUM @SUDARWANTO, AGUSTIN INDRAWATI, dan HADRI LATIF.

International waste (IW) according to the Canadian Food Inspection Agency is a term that is used to describe the waste from international planes and ships in the port. Food waste which contains ingredients from animals, fish, plant has potential risk for disease transmission to human and animals. International waste also refers to airplane garbage, forfeited materials, manure, and ship's refuse as defined above. All International waste will be handled, transported, stored, and disposed of in accordance with this directive (CFIA, 2012). Arrangements regarding the handling of airplane food waste are actually contained in Article 54 of Indonesian Law Number 21 of Year 2019 concerning Animal, Fish and Plant Quarantine, which mandates the owners of transportation equipment to carry out supervision related to waste management of transportation equipment containing material from animals, fish, plants, animal food waste, and animal waste

The amount and volume of waste from international flights increases with the increasing number of passengers. Foot and mouth disease (FMD) and African Swine Fever (ASF) can spread through international waste (IW), so the management of IW according to the rules must be applied at SHIA and other international airports in Indonesia. To date, the amount and characteristics of international food waste of animal origin introduced illegally into Indonesia by passengers have not been studied extensively. Hence to our knowledge, there are no published studies which investigate the occurrence of zoonotic bacteria in such introduced food waste products into Indonesia. The garbage disposal system from the aircraft to the final disposal site has also never been explored.

The general objective of this research is to analyze the danger of international waste as other carrier media which can be the risk of spreading disease. Another objective is to prepare efficient, inexpensive and effective treatment of management and handling international waste. The specific objectives of this study are: (1) to analyze the danger of international waste from the microbiological aspect, (2) to analyze the level of bacterial resistance to antibiotics and the type of resistance from left-over food in international waste at SHIA, (3) to identify the biological pathway from the pathogen entry of the international waste and how to prevent it, (4) and to design the risk of international waste as a spread of disease to animals and humans.

This study used methodological sampling, laboratorium test, observation and interview. The sampling conducted in Terminal 2D International SHIA, as well as observation and interview. The samples were the remaining food/drink from animals and animal products and the packaging of the remaining food from international waste. The samples were taken shortly after the waste was removed from the plane, directly at apron of international flight in Terminal 2D of SHIA, and from the inflight catering that served the international flight. The sampling method was referred on the Indonesian National Standard number 19-3964-1994 about The Method of Taking and Measuring Sample Generation and Composition of Urban Waste (BSN, 1994). Microbiological tests were carried out based on the



references in the Indonesian National Standard Number 2897:2008 about Microbial Contamination Methods in Meat, Eggs, and Milk (BSN, 2008). The suspected isolates were confirmed using the API 20E test kit (BioMérieux). The suspected colony of *Salmonella* spp. were confirmed by PCR test (BSN, 2008). For testing antibiotic resistance, susceptible, intermediate, and resistance categories are determined by the measures of inhibition formed based on the Clinical and Laboratory Standard Institute (CLSI). Observation and interviews include special treatment given to IW as well as IW transport to the site of incinerator area.

This study obtained 78 samples, which were 64 samples from 24 airplanes and 14 samples from 2 inflight catering of SHIA. *Enterobacteriaceae* were found positif in 53 samples (67.95%)

This study found six species bacteria of *Enterobacteriaceae* in international food waste, i.e., *Enterobacter cloaca*, *Ochrobactrum anthropi*, *Ewingella americana*; *Providencia rettgeri*, *Chronobacter* spp, and *Salmonella enterica* serovar Typhimurium. Indicating the international food waste can act as potential sources of *Enterobacteriaceae* contamination. Since *Salmonella* Typhimurium was the only pathogen from the isolated *Enterobacteriaceae*, it could be the source of further contamination to environment. Thus, appropriate destruction of international food waste in Soekarno Hatta International Airport are suggestive to prevent the contamination to environment.

In addition, the quite high resistance level of *Enterobacteriaceae* was found in *Enterobacteriaceae* isolates from food samples of animal origin in international waste at SHIA. The *Enterobacteriaceae* isolates had multidrug resistance (MDR) against 2 classes of antibiotics (38%), 3 classes of antibiotics (10%), 4 classes of antibiotics (3%).

Based on observations at SHIA, there are 3 garbage disposal line from international aircraft, first the international waste it is not demoted and returned to the country of origin. Secondly, international waste is unloaded and managed by the Airport Authority, then destroyed in incinerators. Thirdly, international waste is taken down and managed by inflight catering, then dumped outside SHIA, one of the places was at Rawa Kucing landfill in Tangerang.

The greatest risk of disease transmission from international waste to humans, animals and the environment is in international waste managed by inflight catering. The rules regarding airport waste management already exist, only the application has not been maximized. Public awareness to all related parties is needed, especially to those directly handling international waste. Based on the rules, international waste must be destroyed to avoid the risk of disease transmission to humans, animals and environment. The implementation of these rules in the field has not yet been implemented, indicating the need for socialization to all related parties, especially the implementing party that deals directly with international waste

**Keywords:** Aircraft, airport, antibiotic resistant bacteria, *Enterobacteriaceae*, international waste, incinerator.



©Hak cipta milik IPB University

**IPB University**

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

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

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



## **KAJIAN SANITARI PENGELOLAAN SAMPAH INTERNASIONAL DI BANDARA INTERNASIONAL SOEKARNO HATTA**

**JULIA ROSMAYA RIASARI**

Dissertasi  
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Doktor  
pada  
Program Studi Kesehatan Masyarakat Veteriner

**SEKOLAH PASCASARJANA  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2020**

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



**@Hak cipta milik IPB University**

**Penguji pada Ujian Tertutup:** Dr drh Risma Juniarti Paulina Silitonga, MSi  
Dr drh Herwin Pisestyani, MSi

**Penguji pada Ujian Terbuka:** Drh Sriyanto, MSi, PhD  
Dr med vet drh Denny Widaya Lukman, MSi

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah

b. Pengutipan tidak mengikuti kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Judul Disertasi : Nama : NIM :

Kajian Sanitari Pengelolaan Sampah Internasional di  
Bandara Internasional Soekarno Hatta  
Julia Rosmaya Riasari  
B261140051

©Hak cipta milik IPB University

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



Disetujui oleh  
Komisi Pembimbing

Prof Dr med vet drh Mirnawati B. Sudarwanto  
Ketua

Dr drh Agustin Indrawati, MBiomed  
Anggota

Dr med vet Drh Hadri Latif, MSi  
Anggota

Diketahui oleh

Ketua Program Studi  
Kesehatan Masyarakat Veteriner

Dr drh Joko Pamungkas, MSc

Prof Dr Ir Anas Miftah Fauzi, MEng

Tanggal Ujian Tertutup: 27 Desember 2019  
Tanggal Ujian Promosi: 14 Januari 2020

Tanggal Lulus: 14 JAN 2020

2020/05/04 13:19



Judul Disertasi: Kajian Sanitari Pengelolaan Sampah Internasional di Bandara Internasional Soekarno Hatta

Nama : Julia Rosmaya Riasari  
NIM : B261140051

Disetujui oleh

Komisi Pembimbing

Prof Dr med vet drh Mirnawati B. Sudarwanto

Ketua

Dr drh Agustin Indrawati, MBiomed  
Anggota

Dr med vet Drh Hadri Latif, MSi  
Anggota

Diketahui oleh

Ketua Program Studi  
Kesehatan Masyarakat Veteriner

Dekan Sekolah Pascasarjana

Dr drh Joko Pamungkas, MSc

Prof Dr Ir Anas Miftah Fauzi, MEng

Tanggal Ujian Tertutup: 27 Desember 2019  
Tanggal Ujian Promosi: 14 Januari 2020

Tanggal Lulus: 14 Januari 2020



## PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *subhanahu wa ta'ala* atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian ini adalah sampah internasional di Bandara Internasional Soekarno Hatta, yang merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar doktor pada Program Studi Kesehatan Masyarakat Veteriner, Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.

Disertasi ini tidak akan selesai tanpa bantuan berbagai pihak, untuk itu penulis menyampaikan terima kasih dan memberikan penghargaan setinggi-tingginya kepada:

- Profesor Dr med vet Drh Mirnawati B. Sudarwanto; Dr Drh Agustin Indrawati, MBiomed; dan Dr med vet Drh Hadri Latif, MSi sebagai komisi pembimbing yang telah dengan tulus dan sabar memberikan bimbingan, nasehat, arahan, masukan, dorongan semangat serta rela mengorbankan waktu mulai dari menyusun rencana penelitian, proses penelitian sampai dengan penulisan dalam rangka penyelesaian tugas akhir program doktor
2. Profesor drh Srihadi Agungpriyono, PhD, PAVet (K) selaku dekan FKH IPB, Profesor Dr drh Agus Setiyono, MS, PhD, APVet selaku wakil dekan serta Dr drh Joko Pamungkas, MSc selaku Ketua Program Studi/Mayor S3 KMV
  3. Dr med vet drh Denny Widaya Lukman, MSi dan Dr drh Herwin Pisestiyan, MSi yang telah membimbing, membantu dan menyemangati penulis untuk menyelesaikan disertasi ini, serta menjadi penguji dalam ujian terbuka dan tertutup
  4. Dr drh Chairul Basri, Mc selalu Ketua Program Studi/Mayor S3 KMV periode sebelumnya.
  5. Drh Sriyanto, MSi, PhD (Kepala Balai Besar Uji Standar Karantina Pertanian) dan Dr drh Risma Juniarti Paulina Silitonga, MSi (Kepala Bidang Pengujian BBUSKP) yang telah bersedia menjadi penguji luar komisi di ujian terbuka dan tertutup, serta menelaah dan memberi masukan terhadap disertasi ini.
  6. Ibu Banun Harpini (Kepala Badan Karantina Pertanian 2010-2019); Drh Sujarwanto (Kepala Pusat Kepatuhan, Kerjasama, dan Informasi Perkarantinaan); Drh Agus Sunanto, MP (Kepala Pusat Karantina Hewan dan Keamanan Hayati Hewani); Drh Mulyanto (Ketua Ikatan Dokter Hewan Karantina Indonesia) yang telah memberi kesempatan penulis menempuh pendidikan Doktor di Institut Pertanian Bogor melalui Beasiswa Program Pascasarjana
  7. Bapak Imam Jayadi (Kepala Balai Besar Karantina Pertanian Soekarno Hatta periode 2018-sekarang), Dr Eliza Rusli (Kepala Balai Besar Karantina Pertanian Soekarno Hatta periode 2017-2018) yang telah memfasilitasi kegiatan pengambilan sampel dan wawancara di BISH
  8. Bapak Agus Hariyanto, Bapak Hendra, Bapak Muadin dan Ibu Shelin yang telah membantu pelaksanaan kuliah dan penelitian
  - Dr. Antarjo Dikin; Ir Fauzar Rohani MSi; Ir Samsul Hedar; drh Mira Hartati, MSi; drh Wawan Sutian; para pimpinan Balai Uji Terap Teknik dan Metode Karantina Pertanian 2011-2019, terima kasih telah memberi kesempatan, dukungan dan fasilitas selama penulis menjalani masa tugas belajar di IPB
  - Drh Dede Sri Wahyuni, MSi; drh Heni Sulistyowati; drh Mieke, drh Ike, drh Meitha, drh Era, drh Saswono, MSi; drh Hesti; drh Gigih MSi; drh Ambar, MSi; drh Kanda; Sumi; Murni; Rita; Totok; dan Budi di Balai Besar Karantina Pertanian Soekarno Hatta yang telah membantu selama pelaksanaan pengambilan sampel, pengamatan dan wawancara



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

11. Drh Haeriah, MSc, Marjono, Nana di Balai Besar Uji Standar Karantina Pertanian yang telah membantu pelaksanaan pengujian laboratorium
12. Dr drh Rita Sari Dewi, MSi; Dr drh Melani Wahyu Adiningsih, MSi; drh Arief Cahyono, MSi; Dr drh Mujiatun, MSi; Dr drh Nuryani Zainuddin, MSi; drh Arum Kusnila Dewi, MSi; drh Iswan Haryanto, MSi; drh Sri Endah Ekandari, MSi; drh Tatit Diah Nawang Retno, MSi, drh Edi Darudjati, MSi; drh Dumasari M Harianja, MSi; drh Nurcahyo Nugroho, MSi; dan drh Esmiralda Eka Fitri, MSi; KMV 15 yang selalu kompak membantu, mendorong dan memberikan cinta selama penulis menyelesaikan disertasi
13. Dr drh Helmi, MSi; Dr drh Amanatin, MSi; dan Kresnamurti, SSi, MSi; teman seangkatan Tugas Belajar Beasiswa S3 Barantan 2014 atas kekompakan dan kebersamaannya selama menjalani masa kuliah
14. Drh Uti Ratnasari Herdiana, MSi; Dr drh Sophia Setyawati, MP; Ir Mochamad Achrom, MSi; dr Muhammad Taufiqurahman, SpRad; dan dr Toni Hermawan para sahabat yang telah hadir mendukung, menyemangati, dan membantu penulis selama masa penelitian dan penulisan disertasi
15. Dr drh Novalino HG Kallau; Dr Veronika; Dr Chandra Utami Wirawati; drh Coni, MSi; drh Prima; dan drh Istiqomah, MSi teman seperjuangan di KMV, terima kasih atas kebersamaan dan bantuannya
16. Endah Kartikawati; Khori Arianti, SSi; drh Ni Kadek Astari, MSi; Astuti Handayani, SP, MSc; Fista Permata Ningtyas; drh Rian Hari Suharto, MSc; Qory Firdan Kurniawan; Fathiyah Noor Jannah; drh Beniawan Apris, MSi; Ari Sadam Santoso; Praptiwi Kumala Dewi ; drh Mochamad Nova Raditya; Jojo Barita; Puspita Wulansari; Dwi Wulansari; Bram Sumantri; drh Yayan Taufiq Hidayat; Bepi Deniyati; dan drh Dwi Santosa; jajaran Karimin.ID yang telah seide dan seiya sekata penulis memajukan Humas Barantan
17. Drh Yul Kurniatun, MP; Dr drh Tati Aryanti, MP; drh Hana Masdjaya; drh Ratnawati; Songosijier yang tak pernah bosan bertanya “kapan selesai”
18. Drh Ika Suharti, MSi; drh Winda Rahmawati, MSi; drh Lylya Samsi; Surati; pasukan *Animal Cage of ARIAQ* yang telah banyak membantu penulis selama masa penulisan disertasi
19. Dr drh Mazdani Daulay, MP; drh Umar Suryanaga, MSi; Sujono, SSos; drh Anes Doni, MSi, Maman Suparman, SP, MSi; Dr Ummu Salamah Rustiani, SP, MSi; Wieke Mei Dina, SP, MSc; jajaran pejabat struktural BUTTMKP 2011-2019 yang telah memfasilitasi penulis selama masa penelitian
20. Budhi Suherman, SSi; Joni Hidayat, SP, MSi; Pandu Aviantoro; Leni Panjaitan, SP; dan Didan Nurmalaasani di BUTTMKP terima kasih telah menjadi teman yang baik
21. Papa Almarhum drh Rustam Ali Syawiyah; Mama dra Amariah Rustam, MM; Adinda Ade Indra Gumilar, SE; Adinda Upik Sabainingrum, SP; Adinda Chandra Ramdani Rustam, SE; Ananda Nurul Izzah; Ananda Faisal Rahman; Ananda Atiqah Sekar Wulan; Ananda Sabaidilfa Hendarningtias; dan Ananda Ambar Allya Ningtyas terima kasih telah memberikan doa, perhatian dan semangat untuk menyelesaikan pendidikan doktor
22. Suami tercinta Sugiharto, SH, MM; Ananda Tamara Nur Alfathi Reihan; dan Ananda Amerya Alfitra Nadia yang telah memberikan kasih sayang, pengertian dan pemakluman selama masa tugas belajar



23.

Keluarga besar Ali Sawiyah; keluarga besar Muhammad Tohar; keluarga besar Saidi Joyosedarmo, gelar doktor pertama dalam keluarga besar ini penulis persesembahkan

Akhirnya hanya Allah SWT pemilik segala kesempurnaan, segala kekurangan dalam penulisan ini hanyalah kekhilafan penulis, kritik dan saran ke arah yang lebih baik sangat penulis harapkan. Semoga karya ilmiah ini bermanfaat untuk meningkatkan ilmu pengetahuan dan kemajuan dunia kedokteran hewan serta bermanfaat bagi Badan Karantina Pertanian. Semoga Allah SWT melimpahkan rahmat dan ridho-Nya kepada kita semua.

Bogor, Febuari 2020

*Julia Rosmaya Riasari*



## DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	vii
RINGKASAN	ii
SUMMARY	v
PRAKATA	ix
DAFTAR ISI	xii
1. PENDAHULUAN	1
Latar Belakang	1
Perumusan masalah	3
Tujuan Penelitian	3
Manfaat Penelitian	3
Ruang Lingkup Penelitian	3
Kebaruan	4
Alur Penelitian	4
2. ANALISIS BAKTERI <i>ENTEROBACTERIACEAE</i> YANG DIISOLASI DARI SAMPEL PANGAN ASAL HEWAN PADA SAMPAH INTERNASIONAL DI BISH	6
ABSTRACT	6
ABSTRAK	6
PENDAHULUAN	7
MATERI DAN METODE	8
Waktu dan Tempat Penelitian	8
Bahan dan Metode Pengambilan Sampel	9
Bahan dan Alat Pengujian	9
Metode Pengambilan Sampel	9
Isolasi dan Identifikasi <i>Enterobacteriaceae</i>	10
Identifikasi <i>Enterobacteriaceae</i>	10
Pengujian Menggunakan Kit API 20E (BioMérieux)	10
Identifikasi <i>Salmonella</i> spp.	11
Pengujian PCR	11
HASIL	12
PEMBAHASAN	14
SIMPULAN	17
3. RESISTANSI ANTIBIOTIK BAKTERI <i>ENTEROBACTERIACEAE</i> ASAL SISA MAKANAN DARI SAMPAH PESAWAT DI BANDARA INTERNASIONAL SOEKARNO HATTA	18
ABSTRACT	18
ABSTRAK	18
PENDAHULUAN	19
MATERI DAN METODE	21
Waktu dan Tempat Penelitian	21
Isolasi dan Identifikasi <i>Enterobacteriaceae</i>	21
Identifikasi <i>Enterobacteriaceae</i>	21
Pengujian Menggunakan Kit API 20E (BioMérieux)	22

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



Identifikasi <i>Salmonella</i> spp.	22
Pengujian PCR	23
<b>HASIL</b>	24
<b>PEMBAHASAN</b>	24
<b>SIMPULAN</b>	26
<b>4. PENGEMBANGAN BIOLOGICAL PATHWAY MASUKNYA HAMA PENYAKIT HEWAN KARANTINA (HPHK) MELALUI SAMPAH INTERNASIONAL</b>	28
<b>ABSTRACT</b>	28
<b>ABSTRAK</b>	28
<b>PENDAHULUAN</b>	29
<b>MATERI DAN METODE</b>	30
Waktu dan Tempat Penelitian	30
Metode Penelitian	30
<b>HASIL</b>	31
<b>PEMBAHASAN</b>	33
<b>SIMPULAN</b>	38
<b>5. PEMBAHASAN UMUM</b>	39
<b>6. SIMPULAN DAN SARAN</b>	45
<b>SIMPULAN</b>	45
<b>SARAN</b>	45
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	46
<b>RIWAYAT HIDUP</b>	51

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

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



## ©Hak cipta milik IPB University

## IPB University



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
- b. Pengutipan tidak mengikuti kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



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

<b>Tabel 1</b>	Jumlah sampel yang diambil dari masing-masing pesawat di Terminal 2D BISH	12
<b>Tabel 2</b>	Jumlah sampel yang diambil dari perusahaan katering di BISH	13
<b>Tabel 3</b>	Hasil uji menggunakan Kit API 20E	14
<b>Tabel 4</b>	Identifikasi Enterobacteriaceae yang diisolasi dari sampel pangan asal hewan pada sampah internasional di BISH	14
<b>Tabel 5</b>	Standar interpretasi diameter zona hambat (CLSI 2018)	24
<b>Tabel 6</b>	Hasil uji resistansi Enterobacteriaceae dalam sampel sisa makanan terhadap antibiotik	24
<b>Tabel 7</b>	Jumlah pesawat di terminal 2D BISH (selama masa pengamatan)	31
<b>Tabel 8</b>	Identifikasi jalur penerbangan dari negara tertular ASF ke BISH (Barantan 2019)	40

## **DAFTAR GAMBAR**

<b>Gambar 1</b>	Alur penelitian	5
<b>Gambar 2</b>	Kondisi <i>Tray</i> tempat makanan dari pesawat (Kiri); Sisa makanan dalam <i>Tray</i> , sesaat sebelum dibersihkan (Kanan)	13
<b>Gambar 3</b>	Alur pengelolaan sampah internasional di BISH	32
<b>Gambar 4</b>	Bak sampah penerbangan internasional dan domestik	33
<b>Gambar 5</b>	Truk pengangkut sampah Terminal 3, sampah dimasukkan ke dalam bak sampah outdoor (tidak sesuai aturan)	34
<b>Gambar 6</b>	Truk pengangkut sampah Terminal 2D	34
<b>Gambar 7</b>	Proses pembakaran sampah di insinerator BISH	35
<b>Gambar 8</b>	Penanganan sampah di perusahaan katering	36
<b>Gambar 9</b>	Peraturan dan pelaksanaannya	44



## 1 PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Bandara Internasional Soekarno Hatta (BISH) yang berlokasi di Tangerang - Banten merupakan salah satu dari 4 bandar udara (bandara) utama di Indonesia. Bandara utama lainnya adalah Bandara Kualanamu di Medan-Sumatra Utara, Bandara Juanda di Surabaya-Jawa Timur dan Bandara I Gusti Ngurah Rai di Denpasar-Bali. Bandara Internasional Soekarno Hatta merupakan bandara tersibuk di Indonesia untuk penerbangan domestik maupun internasional, dengan memegang angka tertinggi untuk kedatangan pesawat dan penumpang dari luar negeri.

Bandara memiliki potensi dan pengaruh besar dalam hal produksi sampah yang dihasilkan dari aktivitas di terminal, kargo, perkantoran, pertamanan, dan pesawat udara. Peningkatan penumpang akan meningkatkan sampah dari pesawat ataupun dari lingkungan bandara. Badan Pusat Statistik memaparkan data bahwa jumlah pesawat yang datang ke Indonesia dari luar negeri dalam 5 tahun terakhir (2014-2018) mengalami peningkatan rata-rata 2.57% per tahun. Penumpang yang datang dari luar negeri pada periode yang sama mengalami pertumbuhan 7.50% per tahun, diikuti oleh pertumbuhan barang dan bagasi yang dibongkar sebesar 9.68% dan 5.96%. Jumlah pesawat internasional yang datang di BISH pada tahun 2018 adalah 48 ribu pesawat, dengan membawa penumpang dari mancanegara sejumlah 7.5 juta orang. Sementara pada tahun 2017, jumlah penumpang pesawat internasional yang datang melalui BISH adalah 7.2 juta orang (BPS 2019).

Sampah Internasional (SI) menurut *Canadian Food Inspection Agency* (CFIA) adalah istilah yang diberikan pada sampah dari pesawat atau kapal laut internasional. Sisa makanan penumpang pesawat internasional merupakan bagian dari sampah internasional. Sisa makanan yang mengandung produk hewan, ikan, dan tumbuhan memiliki risiko menyebarkan penyakit ke hewan, manusia dan lingkungan. Sampah internasional juga merujuk pada feses dan alas hewan dari luar negeri, serta kandang dan peralatan yang hendak dibuang. Produk pangan asal hewan, ikan dan tumbuhan yang diserahkan penumpang ke petugas di Bandara sebelum keluar juga termasuk sampah internasional. Seluruh sampah internasional harus diperlakukan secara khusus, sejak datang hingga dimusnahkan. Bahkan di beberapa negara seperti Amerika Serikat, Kanada, dan Australia, SI tidak diperkenankan diturunkan dari pesawat/kapal internasional karena mengandung risiko penyebaran penyakit pada hewan dan tumbuhan (CFIA 2012).

Sampah internasional berdasarkan Undang-Undang Nomor 16 Tahun 1992 tentang Karantina Hewan, Ikan dan Tumbuhan merupakan bagian dari media pembawa lain (MPL). Definisi MPL hewan adalah peralatan bekas pakai dan sampah karantina hewan yang diturunkan dari alat angkut di tempat pemasukan dan tempat transit. Sampah karantina hewan adalah sisa-sisa makanan penumpang yang mengandung bahan asal hewan atau produk yang tidak memenuhi persyaratan karantina yang telanjur dibawa ke tempat pemasukan, sisa makanan hewan, dan kotoran hewan. Badan Karantina Pertanian bertanggung jawab terhadap pengawasan sampah karantina di bandara ataupun pelabuhan laut. Pasal 25 UU Nomor 16 tahun 1992 menerangkan bahwa MPL yang terbawa oleh alat angkut dan



diturunkan di tempat pemasukan harus dimusnahkan oleh pemilik alat angkut yang bersangkutan di bawah pengawasan petugas karantina. Sampah internasional di BISH merupakan bagian tugas dan tanggung jawab Balai Besar Karantina Pertanian Soekarno Hatta.

Menurut Undang-undang Nomor 21 Tahun 2019 tentang Karantina Hewan, Ikan dan Tumbuhan, Media Pembawa Lain (MPL) adalah media pembawa yang tidak digolongkan hewan, produk hewan, ikan, produk ikan, tumbuhan, produk tumbuhan yang dapat membawa HPHK, HPIK, atau OPTK. Pada pasal 54 dijelaskan bahwa: (1) Media Pembawa yang berupa sisa pakan, bangkai hewan dan ikan, barang atau bahan yang pernah berhubungan dengan hewan dan ikan, dan sampah yang berupa sisa-sisa makanan yang mengandung bahan asal hewan, ikan, dan tumbuhan, yang diturunkan dari alat angkut di tempat pemasukan atau tempat transit harus dimusnahkan oleh penanggung jawab alat angkut di bawah pengawasan Pejabat Karantina. (2) Media pembawa berupa sisa makanan atau produk hewan, ikan, dan tumbuhan yang tidak memenuhi persyaratan Karantina yang dibawa oleh penumpang ke tempat pemasukan harus dibuang pada kotak tempat sampah Karantina. (3) Pemusnahan sampah sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dan jika diperlukan tindakan pemusnahan terhadap Media Pembawa sebagaimana dimaksud pada ayat (2) harus dilakukan di tempat pemasukan atau tempat lain yang' ditetapkan. (4) Pemusnahan sebagaimana dimaksud pada ayat (3) dilaksanakan melalui koordinasi dan bantuan penanggung jawab Tempat Pemasukan.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Adiati dan Rahardyan (2012), jumlah total sampah di BISH pada tahun 2011 mencapai 22.42 ton/hari. Sejumlah 8 ton atau sekitar 34% diantaranya merupakan sampah pesawat. Total sampah sebesar 22.42 ton/hari ini akan meningkat menjadi 40.13 ton/hari pada kapasitas pelayanan bandara sebesar 62 juta penumpang per tahun. Saat itu, diperkirakan sampah pesawat mencapai 10 ton/hari atau meningkat menjadi 41% dari total sampah bandara. Sampah sejumlah 22.42 ton/hari tersebut terdiri dari 35% kertas, 26% plastik, dan 19% sisa makanan. Dua puluh persen lainnya adalah sampah tetrapak, kaleng, alumunium foil, sampah taman, serta material lain seperti kayu, dan karet. Sampah dari penumpang sendiri adalah sebesar 0.121 kg/penumpang/hari.

Sampah dari pesawat terutama pesawat internasional harus diperlakukan secara khusus, karena adanya risiko sebagai media penularan penyakit ke hewan dan manusia. Sampah internasional berhubungan erat dengan penyakit pada hewan, diantaranya *African Swine Fever* (ASF). Beberapa kasus ASF di luar negeri diduga disebabkan oleh sampah sisa makanan dari pesawat internasional yang dijadikan pakan (*swill feeding*) di peternakan babi (Guinat *et al.* 2016; Beltrán-Alcrudo 2017).

Penyakit mulut dan kuku (PMK) yang pernah mewabah di beberapa negara kemungkinan disebabkan oleh konsumsi sisa makanan dari sampah internasional. Sisa makanan seperti produk daging dan susu yang digunakan untuk pakan babi (*swill feeding*) memiliki potensi risiko besar untuk penularan penyakit seperti PMK, terutama *swill feeding* yang berasal dari sampah internasional (FAO 2017).

Sisa makanan yang dibuang ke tempat pembuangan akhir (TPA) akan mencemari lingkungan. Sepertiga hingga setengah volume sampah di TPA, diperkirakan berasal dari sampah sisa makanan. Sisa makanan yang bertumpuk di TPA akan menghasilkan gas (*green houses gases/GHG*), serta mencemari tanah

dan air (Lin *et al.* 2009). Pekerja yang bertugas mengumpulkan sampah sisa makanan dan membuangnya ke TPA memiliki risiko terpapar mikroorganisme seperti bakteri melalui kontak langsung dan atau inhalasi. Terdapat risiko pekerja tersebut terinfeksi berbagai penyakit termasuk penyakit pencernaan dan pernafasan asal bakteri (Park *et al.* 2011). Kultur bakteri yang hidup di dalam sisa makanan dapat bertumbuh dan menyebar serta mencemari lingkungan sekitar TPA, sehingga terdapat risiko penularan penyakit ke hewan dan manusia (Kunal dan Rajor 2014).

Berdasarkan sudut pandang epidemiologi, pengangkutan bahan makanan untuk konsumsi manusia maupun hewan, pengangkutan hewan hidup dan produk hewan menggunakan transportasi udara, darat dan laut selalu memiliki risiko penularan penyakit pada hewan. Risiko ini tetap tinggi walaupun pencegahan telah dilakukan saat sebelum dan sesudah pengangkutan (Cancelotti 1995). Pengelolaan sampah pesawat internasional di BISH hingga saat ini belum dilakukan sesuai dengan aturan yang ada. Manajemen risiko sampah internasional serta bahayanya belum dikaji oleh instansi terkait di BISH, sehingga terdapat risiko penularan penyakit oleh sampah internasional. Diharapkan dengan adanya penelitian ini, manajemen pengelolaan sampah di BISH menjadi lebih baik dan mendapat perhatian khusus dari pihak-pihak terkait.

## Perumusan Masalah

Setiap penumpang pesawat udara setidaknya meninggalkan satu macam sampah di pesawat. Sampah tersebut dapat berupa sisa makanan yang mengandung bahan asal hewan dan tumbuhan. Sisa-sisa makanan tersebut, terutama sisa makanan asal hewan yang berasal dari kedatangan pesawat luar negeri, dapat menimbulkan risiko masuknya penyakit ke Indonesia. Wabah penyakit hewan yang menimbulkan kerugian ekonomi dan sosial dapat terjadi.

Jumlah dan volume sampah dari setiap penerbangan internasional meningkat seiring dengan meningkatnya jumlah penumpang. Diperkirakan bahwa jumlah sampah pesawat di BISH dapat mencapai 10 ton/hari. Terdapat kemungkinan penyakit mulut dan kuku dan *African Swine Fever* masuk ke Indonesia melalui SI, sehingga pengelolaan SI sesuai aturan harus diterapkan di BISH dan bandara internasional lainnya di Indonesia. Saat ini, penyakit yang ditimbulkan oleh sisa makanan dari sampah pesawat internasional yang masuk ke Indonesia melalui penumpang pesawat tersebut belum diketahui. Belum ada penelitian yang menginvestigasi kehadiran bakteri pembawa penyakit pada sisa pangan asal hewan tersebut. Dampak pembuangan sisa makanan dari sampah internasional terhadap lingkungan juga belum diketahui. Sistem pembuangan sampah dari pesawat hingga ke tempat pembuangan akhir juga belum pernah ditelusuri.

## Tujuan Penelitian

Tujuan umum penelitian ini adalah menganalisa bahaya sampah internasional sebagai media pembawa lain yang berisiko menyebarkan penyakit dan menyiapkan metode yang efisien, murah dan efektif dalam pengelolaan dan penanganannya. Tujuan khusus penelitian ini adalah: (1) menguraikan bahaya sampah internasional





dari aspek mikrobiologi, dengan menganalisis dan mengidentifikasi bakteri *Enterobacteriaceae* patogen yang diisolasi dari sampel pangan asal hewan pada sampah internasional, (2) menganalisa tingkat resistansi bakteri terhadap antibiotik dan tipe resistansi dari *Enterobacteriaceae* pada sisa makanan dari sampel sampah internasional BISH, 3) mengidentifikasi *biological pathway* dari masuknya patogen melalui sampah internasional tersebut dan cara pencegahannya, (4) dan merancang tata cara pengelolaan sampah internasional yang efektif dan efisien.

### **Manfaat Penelitian**

Hasil penelitian ini diharapkan dapat (1) mengestimasi tingkat risiko sampah sebagai media pembawa penyakit berdasarkan observasi dan pengujian, (2) menyediakan hasil yang dapat dijadikan acuan dalam memperbaiki pengelolaan sampah internasional di BISH, dan (3) sebagai masukan bagi Badan Karantina Pertanian dalam mengendalikan dan mencegah masuknya penyakit eksotik melalui sampah internasional di bandara dan pelabuhan internasional.

### **Ruang Lingkup Penelitian**

Penelitian pengelolaan sampah internasional di Bandara Internasional Soekarno Hatta ini mempunyai batasan, yaitu:

- a. Sampah internasional didefinisikan sebagai sampah yang berasal dari pesawat internasional yang datang ke BISH
- b. Pengambilan sampel dilakukan terhadap sampah sisa makanan yang mengandung bahan asal hewan
- c. Pengambilan sampel dilakukan hanya di terminal 2D kedatangan internasional BISH dan perusahaan katering pemasok makanan ke pesawat internasional

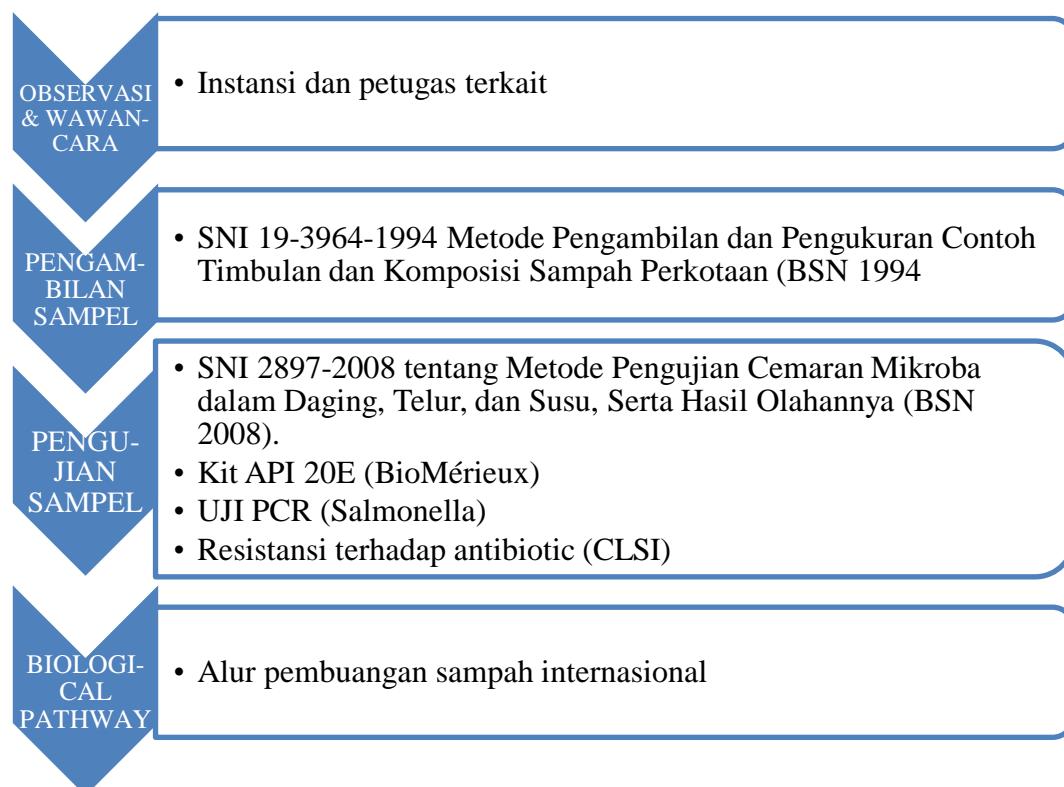
### **Kebaruan**

Kebaruan penelitian ini adalah: (1) ditemukannya bakteri patogen dari sampah internasional yang berbahaya bagi lingkungan, (2) ditemukannya bakteri yang resistan terhadap antibiotik asal sampah internasional, (3) memperoleh hasil kajian risiko terkait penyebaran agen penyakit melalui sampah internasional di Indonesia, (4) memperoleh rancangan rekomendasi penanganan sampah internasional di Bandara Internasional Soekarno Hatta.

### **Alur penelitian**

Penelitian ini dibagi berdasarkan beberapa tahapan (Gambar 1). Penelitian tahap pertama, observasi dan wawancara. Observasi dan wawancara dilakukan pada petugas dan pegawai yang bertanggung jawab pada sampah internasional di Terminal 2D BISH. Tahap kedua, pengambilan sampel. Pengambilan sampel dilakukan berdasarkan SNI 19-3964-1994 tentang Metode Pengambilan dan Pengukuran Contoh Timbulan dan Komposisi Sampah Perkotaan (BSN 1994).

Tahap ketiga adalah pengujian. Pengujian sampel dilakukan berdasarkan SNI 2897-2008 tentang Metode Pengujian Cemaran Mikroba dalam Daging, Telur, dan Susu, Serta Hasil Olahannya (BSN 2008). Isolat terduga kemudian diuji menggunakan kit API 20E (BioMérieux). Koloni terduga *Salmonella spp* dikonfirmasi menggunakan uji PCR (BSN 2008). Pengujian resistansi terhadap antibiotik, kategori *susceptible*, *intermediate*, dan *resistance* ditentukan melalui ukuran daya hambat yang terbentuk berdasarkan standar *Clinical and Laboratory Standard Institute* (CLSI). Tahap keempat adalah *biological pathway* masuknya penyakit melalui sampah internasional.



Gambar 1 Alur penelitian



## 2 ANALISIS BAKTERI *ENTEROBACTERIACEAE* YANG DIISOLASI DARI SAMPEL PANGAN ASAL HEWAN PADA SAMPAH INTERNASIONAL DI BISH

### ABSTRACT

*This study aims to describe the danger of international waste from microbiological aspects, by analyzing and identifying pathogenic Enterobacteriaceae isolated from food waste samples from animal origin in international waste. The sampling conducted at Soekarno Hatta International Airport Jakarta (SHIA). The sampling method were referred on the Indonesian National Standard Number 19-3964-1994 about The Method of Taking and Measuring Sample Generation and Composition of Urban Waste. Microbiological tests were carried out based on the references in the Indonesian National Standard number 2897:2008 about Microbial Contamination Methods in Meat, Eggs, and Milk. This study obtained 78 samples from 24 airplanes and 2 inflight catering of SHIA. Enterobacteriaceae were found in 53 samples (67.95%). Confirmation test using Kit API 20E (Biomereaux France) found 5 species bacteria which are Enterobacter cloaca; Ochrobactrum anthropi; Ewingella americana; Providencia rettgeri; and Chronobacter spp. Polymerase Chain Reaction (PCR) test on one sample confirmed as Salmonella enterica serovar Typhimurium (*Salmonella Typhimurium*). The study confirms six species bacteria of Enterobacteriaceae indicating the international food waste can act as potential sources of Enterobacteriaceae contamination. Since *Salmonella Typhimurium* was the only pathogen from the isolated Enterobacteriaceae, it could be the source of further contamination to environment. Thus, appropriate destruction of international food waste in Soekarno Hatta International Airport are suggestive to prevent the contamination to environment and the spread of the disease to other animals.*

**Keywords:** airplanes, Enterobacteriaceae, international food waste

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan menguraikan bahaya sampah internasional dari aspek mikrobiologi, dengan menganalisis dan mengidentifikasi bakteri *Enterobacteriaceae* patogen yang diisolasi dari sampel pangan asal hewan pada sampah internasional. Sampel berasal dari sampah internasional yang masuk melalui Bandara Internasional Soekarno Hatta (BISH), Tangerang Banten. Pengambilan sampel dilakukan berdasarkan SNI 19-3964-1994 tentang Metode Pengambilan dan Pengukuran Contoh Timbulan dan Komposisi Sampah Perkotaan (BSN 1994). Pengambilan sampel dilakukan selama 8 hari berturut-turut pada lokasi yang sama dengan jam yang berbeda-beda. Pengujian mikrobiologi dilakukan berdasarkan SNI 2897-2008 tentang Metode Pengujian Cemaran Mikroba dalam Daging, Telur, dan Susu, serta Hasil Olahannya (BSN 2008).

Selanjutnya dilakukan uji konfirmasi menggunakan Kit API 20E (BioMérieux) dan PCR. Hasil dari pengujian 78 sampel yang berasal dari 24 pesawat dan 2 perusahaan penyedia makanan pesawat (*inflight caterings*), didapatkan 53 sampel (67.95%) positif *Enterobacteriaceae*. Uji konfirmasi menggunakan Kit API 20E (BioMérieux) ditemukan 5 spesies bakteri yaitu *Enterobacter cloaca*, *Ochrobactrum anthropi*, *Ewingella americana*, *Providencia rettgeri*, dan *Chronobacter* spp. Uji konfirmasi menggunakan Polymerase Chain Reaction (PCR) pada 1 sampel terduga *Salmonella* spp didapatkan *Salmonella enterica* serovar Typhimurium (*Salmonella* Typhimurium). Ditemukannya bakteri ini menandakan bahwa sisa makanan dari sampah internasional berpotensi sebagai kontaminan *Enterobacteriaceae*. Kehadiran *Salmonella* Typhimurium sebagai satu-satunya bakteri patogen yang diisolasi dari *Enterobacteriaceae* dapat menjadi sumber kontaminasi bagi lingkungan. Penanganan dan pemusnahan yang tepat dari sampah international di BISH sangat diperlukan untuk mencegah kontaminasi ke lingkungan.

Kata kunci: *Enterobacteriaceae*, bandara, sampah internasional, sampel pangan asal hewan

## PENDAHULUAN

Bakteri *Enterobacteriaceae* adalah bakteri Gram negatif, tidak berbentuk spora, dengan panjang rata-rata 1-5 µm, termasuk bakteri anaerob fakultatif dan merupakan salah satu bakteri yang penting dalam kehidupan manusia. *Enterobacteriaceae family* antara lain *Salmonella*, *Yersinia enterocolitica*, *Escherichia coli* patogen (termasuk *E. coli* O157:H7), *Shigella* spp. dan *Cronobacter* spp. Family lainnya yang termasuk dalam kategori bakteri patogen oportunistik terutama di lingkungan rumah sakit, antara lain adalah *Klebsiella* spp, *Serratia* spp. dan *Citrobacter* spp. Selain sebagai penyebab penyakit tular pangan (*foodborne illness*), beberapa bagian dari *Enterobacteriaceae family* ini berhubungan dengan pencemaran makanan yang menyebabkan kerugian ekonomi dalam industri makanan dan pertanian. *Enterobacteriaceae* dapat menyebabkan kerusakan pada berbagai jenis buah, sayuran dan makanan, baik makanan yang berasal dari daging (sapi, babi, ayam), telur, susu dan produknya, maupun ikan dan produknya. Bakteri *Enterobacteriaceae* dan koliform yang diisolasi pada makanan mengindikasikan (1) buruknya higiene pengolahan makanan atau (2) tidak baiknya proses pemasakan makanan (terutama proses pemanasan), (3) gagalnya proses pemasakan, (4) dan adanya kontaminasi setelah makanan dimasak. *E. coli* umum digunakan sebagai indikasi adanya kontaminasi feses pada makanan dan digunakan sebagai organisme indeks keberadaan bakteri pencernaan patogen seperti *Salmonella*. *Enterobacteriaceae* dan koliform dipilih sebagai indikator karena keduanya mudah dan cepat terdeteksi dengan pengujian laboratorium (Baylis *et al.* 2011).

Setiap penumpang pesawat udara setidaknya meninggalkan satu macam sampah di pesawat. Sampah tersebut dapat berupa sisa makanan yang mengandung



bahan asal hewan, tumbuhan, dan atau ikan. Sisa-sisa makanan tersebut, terutama sisa makanan dari pangan asal hewan yang berasal dari kedatangan pesawat luar negeri, dapat menimbulkan risiko masuknya penyakit ke Indonesia. Wabah penyakit hewan yang menimbulkan kerugian ekonomi dan sosial dapat terjadi. Penyakit hewan seperti penyakit mulut dan kuku (PMK) dan *African swine fever* (ASF) dapat ditularkan melalui sampah pesawat. Terdapat kemungkinan penyakit-penyakit tersebut masuk ke Indonesia melalui SI.

Bandara Internasional Soekarno Hatta (BISH) yang berlokasi di Tangerang Banten merupakan salah satu dari empat bandar udara (bandara) utama di Indonesia. Peningkatan jumlah penumpang akan meningkatkan jumlah sampah dari pesawat ataupun dari lingkungan bandara. Pada bulan Januari hingga Desember 2018 di seluruh bandara Indonesia, jumlah kedatangan penumpang domestik tercatat sejumlah 101.3 juta orang atau meningkat 6.14% dibanding dengan tahun sebelumnya. Jumlah penumpang yang datang dari mancanegara adalah sejumlah 17.7 juta orang atau meningkat sebesar 8.85%. Pada tahun 2018, BISH mencatat sejumlah 7.5 juta orang penumpang dari mancanegara datang ke Indonesia melalui bandara yang dikelola oleh PT Persero Angkasa Pura II ini (BPS 2019).

Sampah adalah sisa aktivitas manusia yang tidak dapat dihindari. Jumlah dan volume sampah dari penerbangan internasional meningkat seiring dengan meningkatnya jumlah penumpang. Menurut Adiati dan Rahardyan (2012), diperkirakan bahwa jumlah sampah pesawat di BISH dapat mencapai hingga 10 ton/hari.

Risiko yang ditimbulkan oleh sisa makanan dari sampah pesawat internasional yang masuk ke Indonesia melalui penumpang pesawat, hingga saat ini belum diketahui. Belum ada penelitian yang menginvestigasi kehadiran bakteri *Enterobacteriaceae* pada sisa pangan asal hewan tersebut. Penelitian ini bertujuan menguraikan bahaya sampah internasional dari aspek mikrobiologi, dengan menganalisis dan mengidentifikasi bakteri *Enterobacteriaceae* patogen yang diisolasi dari sampel pangan asal hewan pada sampah internasional, yang masuk melalui Bandara Internasional Soekarno Hatta, Jakarta.

## METODE

### Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Februari hingga Desember 2018. Sampel diambil di Terminal 2D dan di perusahaan katering pesawat, saat dilakukan pengawasan rutin oleh Balai Besar Karantina Pertanian Soekarno Hatta. Pengujian dilakukan di beberapa tempat yaitu: (1) isolasi dan identifikasi *Enterobacteriaceae* di Laboratorium Kesehatan Masyarakat Veteriner Fakultas Kedokteran Hewan Institut Pertanian Bogor, (2) konfirmasi *Enterobacteriaceae* menggunakan kit API di Laboratorium Kesehatan Masyarakat Veteriner Fakultas Kedokteran Hewan Institut Pertanian Bogor dan Balai Pengujian Mutu dan Sertifikasi Produk Hewan (BPMSPH) Bogor, (3) konfirmasi *Salmonella* menggunakan uji PCR di Laboratorium Terpadu Fakultas Kedokteran Hewan Institut Pertanian Bogor.



## Bahan dan Metode Pengambilan Sampel

### Bahan dan Alat Pengujian

Bahan pengujian yang digunakan dalam penelitian ini adalah (1) *Buffered peptone water* 0.1% (BPW) (Oxoid CM0509), (2) agar MacConkey (Oxoid CM0007), (3) media indol (*tryptone*) (Oxoid CP0042), (4) media *methyl red-voges proskauer* (MR-VP) (Oxoid CM0043), (5) *Koser's Citrate broth* (KC) (Conda Pronadisa Cat1200.00), (6) media agar *sulfide, indole, motility* (SIM) (Oxoid CM0435), (7) *lauryl sulphat tryptose broth* (LSTB) (Oxoid CM0451), (8) agar *levine eosin-methylene blue* (LEMB) (Merck 1.01342.0500), (9) kit API 20E (BioMérieux), (10) *Tryptone Soya Broth* (TSB) (Oxoid CM0 129), (11) *Tryptone Soya Agar* (TSA) (Oxoid CM0131), (12) Strip API 20E (BioMérieux), (13) NaCL steril 0.85%, (14) MacFarland 0.5 (Remel), (15) Reagen James (BioMérieux), (16) Reagen TDA (BioMérieux), (17) Reagen VP 1 (BioMérieux), (18) Reagen VP 2 (BioMérieux), (19) *Rappaport Vassiliadis Broth* (RV) (Oxoid CM0669), (20) agar *xylose lysine deoxycholate* (XLD) (Oxoid CM469), (21) *destilled water* (DW) steril, (22) NaOH, (23) Tris-HCL pH 7.4, (24) 10x Buffer, (25) DNA template, (26) Primer F 2.5  $\mu$ M, (27) Primer R 2.5  $\mu$ M, (28) Taq Polymerase, (29) *Nucleoid acid gel*, (30) marker 3  $\mu$ l, (31) 10X dye.

Alat yang digunakan adalah: (1) *stomacher*, (2) rak tabung, (3) mikropipet steril, (4) tabung reaksi steril, (5) cawan petri, (6) ose, (7) *incubator*, (8) swab steril, (9) tabung mikro, (10) aplikasi APIWEB™, (11) *waterbath*, (12) *microwave*, (13) tabung mikrosentrifus, (14) mesin sentrifus, (15) vortex, (16) *tube PCR*, (17) mesin PCR.

### Metode Pengambilan Sampel

Sampel yang diambil adalah sampah dari penerbangan luar negeri yang tiba di Terminal 2D BISH. Sampah yang dimaksud meliputi sisa makanan/minuman asal hewan dan produk hewan serta kemasan dari sisa makanan tersebut. Pengambilan sampel dilakukan sesaat setelah sampah dikeluarkan dari pesawat dan pada sampah makanan yang dikelola oleh petugas katering pesawat. Pengambilan sampel dilakukan berdasarkan SNI 19-3964-1994 tentang Metode Pengambilan dan Pengukuran Contoh Timbulan dan Komposisi Sampah Perkotaan (BSN 1994) yaitu (1) pelaksanaan pengambilan sampel timbulan sampah dilakukan secara acak strata, (2) pengambilan sampel dilakukan selama 8 hari berturut-turut pada lokasi yang sama dengan jam yang berbeda-beda, (3) contoh dimasukkan ke dalam kantung sampel yang tertutup rapat dan dimasukkan dalam kotak berpendingin, (4) peralatan pengambil sampel terdiri dari swab steril, kantung plastik tempat sampel dan box berpendingin, dan (5) kantung plastik yang berisi sampel diletakkan dalam wadah kedap udara dan berpendingin dan segera dibawa ke laboratorium.

Berdasarkan data dari PT. Angkasa Pura II, jumlah kedatangan dan keberangkatan penerbangan internasional di BISH dalam satu hari adalah sekitar 100-120 penerbangan, yang dimulai pukul 00.10 hingga 23.55 WIB. Selain itu, terdapat 49 kota asal/tujuan penerbangan Internasional yang dilayani oleh 52 maskapai penerbangan. Setiap maskapai melayani penerbangan datang dan pergi antara 3 hingga 875 kali perbulan (AP II 2016). Data dari lalu lintas angkutan udara



kategori penerbangan internasional tahun 2010-2015 memaparkan, terdapat 42519 pesawat penerbangan internasional yang datang, dan 42400 pesawat yang berangkat selama tahun 2015. Bila dirata-rata, maka dalam sehari kurang lebih terdapat 117 penerbangan internasional datang dan pergi (Kemenhub 2016).

Pengambilan sampel dilakukan di Terminal 2D Kedatangan Internasional BISH. BISH pada tahun 2018, memiliki Terminal 1 (A, B, C) untuk keberangkatan dan kedatangan pesawat domestik, Terminal 2 (A, B, C) untuk domestik dan Terminal 2 (D, E, F) untuk internasional. Terdapat pula Terminal 3 untuk domestik dan internasional. Pengambilan sampel dilakukan pada tahun 2018, saat itu penerbangan internasional dilakukan melalui Terminal 2D, 2E, 2F, dan 3. Tahun 2019, seluruh penerbangan internasional dilakukan di Terminal 3. Terminal 2D dipilih sebagai lokasi pengambilan sampel karena melayani rute penerbangan internasional dengan maskapai lebih banyak dibandingkan dengan Terminal lain.

## Isolasi dan Identifikasi *Enterobacteriaceae*

### Identifikasi *Enterobacteriaceae*

Pengujian dilakukan berdasarkan SNI 2897-2008 tentang Metode Pengujian Cemaran Mikroba dalam Daging, Telur, dan Susu, Serta Hasil Olahannya (BSN 2008). Langkah pertama adalah penyiapan sampel. Sampel yang diperoleh dilarutkan pada 225 ml 0.1% *buffered peptone water* (BPW) dan dihomogenkan selama 1-2 menit untuk membuat larutan  $10^{-1}$ . Langkah kedua adalah isolasi dan kultivasi pada agar MacConkey serta diinkubasi pada suhu  $37^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  selama 24 jam. Langkah ketiga, koloni berwarna merah dengan ukuran 1.1–1.5  $\mu\text{m}$  (lebar) dan 2.0–6.0  $\mu\text{m}$  (panjang), diduga sebagai *Escherichia coli*. Langkah keempat adalah identifikasi terduga koloni dengan uji Gram stain, uji KOH, uji oksidase, uji biokimia IMViC (indol (*tryptone*), *methyl red-voges proskauer* (MR-VP), *Koser's Citrate* (KC) *broth*). Dilakukan juga pengujian menggunakan media agar *sulfide*, *indole*, *motility* (SIM); *lauryl sulphat tryptose broth* (LSTB); dan agar *levine eosin-methylene blue* (LEMB). Selanjutnya seluruh koloni positif dikultivasi pada *Tryptone Soya Agar* (TSA), dan diinkubasi pada suhu  $37^{\circ}\text{C}$  selama 24 jam. Isolat kemudian disimpan pada *Tryptone Soya Broth* (TSB) mengandung 30% glycerol pada suhu  $-20^{\circ}\text{C}$  hingga tindakan lebih lanjut.

### Pengujian Menggunakan Kit API 20E (BioMérieux)

Isolat terduga kemudian diuji menggunakan kit API 20E (BioMérieux). Penyegaran isolat dilakukan dengan kultur pada *Tryptone Soya Broth* (TSB) yang diinkubasi pada suhu  $37^{\circ}\text{C}$  selama 24 jam, kemudian dikultur pada *Tryptone Soya Agar* (TSA) yang diinkubasi pada suhu  $37^{\circ}\text{C}$  selama 24 jam.

Langkah pertama pengujian, dua hingga lima koloni terpisah diambil dengan *swab* steril dan dicampur ke dalam 5 ml 0.85% NaCL steril sampai kekeruhan sama dengan MacFarland 0.5. Langkah kedua adalah meneteskan suspensi bakteri tersebut ke dalam mikrotabung. Strip API 20E (BioMérieux) terdiri dari 20 tabung mikro yang berisikan substrat yang telah dikeringkan. Strip API tersebut bertuliskan beberapa singkatan. Singkatan yang bergaris bawah menunjukkan bahwa suspensi bakteri diteteskan sebanyak setengah dari tinggi sumur dan ditambahkan *mineral oil* sampai sumur penuh, yaitu ADH, LDC, ODC, H<sub>2</sub>S, dan URE. Singkatan yang



berada di dalam kotak menunjukkan bahwa suspensi bakteri diteteskan sampai sumur penuh, yaitu CIT, VP, dan GEL, sedangkan singkatan yang tidak bergaris bawah maupun tidak berada di dalam kotak diisi dengan suspensi bakteri sebanyak setengah dari tinggi sumur, yaitu ONPG, TDA, IND, GLU, MAN, INO, SOR, RHA, SAC, MEL, AMY, dan ARA.

Langkah ketiga, inkubasi strip API 20E, sebelumnya tambahkan sedikit akuades agar kondisinya tetap lembab dan tidak kering. Inkubasi dilakukan pada suhu 37 °C selama 24 jam. Langkah keempat, setelah diinkubasi selama 24 jam, 1 tetes reagen James ditambahkan pada sumur IND. Satu tetes reagen TDA ditambahkan pada sumur TDA. Reagen VP 1 dan VP 2 ditambahkan masing-masing 1 tetes pada sumur VP. Langkah kelima, tunggu selama 10 menit untuk melihat perubahan warna. Hasil perubahan warna dituliskan pada kertas hasil, kemudian kode angka yang diperoleh berdasarkan pembacaan hasil dimasukkan ke dalam aplikasi APIWEB™ (API 2018).

### **Identifikasi *Salmonella* spp.**

Isolasi dan identifikasi *Salmonella*, sampel yang diperoleh dilarutkan dalam 225 ml *Lactose Broth* (LB) dan dihomogenkan selama 1-2 menit. Langkah kedua, 0.1 ml larutan dikultivasi dalam 10 ml *Rappaport Vassiliadis Broth* (RV) dan diinkubasi dalam *waterbath* selama 24 jam pada suhu 42 °C. Setelah 24 jam, larutan digoreskan menggunakan ose pada agar *xylose lysine deoxycholate* (XLD) dan diinkubasi dalam kondisi aerobik selama 24 jam pada suhu 37 °C. dan diinkubasi dalam kondisi aerobik selama 24 jam pada suhu 37 °C. Koloni berbentuk bulat dengan ukuran 1.1-1.5 mm (lebar) and 2.0-2.6 mm (panjang), berwarna merah muda dengan atau tanpa titik hitam; atau koloni berwarna hitam dapat diduga sebagai *Salmonella* spp. Koloni terduga sebagai *Salmonella* spp kemudian dikonfirmasi menggunakan uji PCR (BSN 2008).

### **Pengujian PCR**

Langkah pertama pengujian PCR adalah mengekstrasi DNA dengan metode perebusan. Homogenkan 25 µl *destilled water* (DW) steril dan 1 loop koloni bakteri dalam 1.5 ml tabung mikrosentrifus. Tambahkan 25 µl mM NaOH dan inkubasi selama 10 menit. Selanjutnya rebus selama 5 menit pada suhu 100 °C. Sebanyak 4 µl Tris-HCL pH 7.4 ditambahkan dan disentrifus 13000 rpm selama 5 menit. *Supernatant* sebagai *template* DNA dipisahkan dan disimpan pada suhu -20 °C.

Langkah kedua adalah pembuatan *Salmonella* master mix. Sebanyak 2 µl 10x Buffer, 1 µl DNA template, 1.6 µl Primer F 2.5 µM, 1.6 µl Primer R 2.5 µM, 0.1µl Taq Polymerase, dan DW hingga 20 µl dimasukkan dalam 1.5 mL tabung mikrosentrifus serta dihomogenkan dengan *vortex* pada kecepatan tinggi. Larutan dibagai dalam tube PCR (@19 µl), tambahkan DNA template dan jalankan PCR.

Langkah ketiga adalah 30 siklus PCR, yang terdiri dari pre-denaturasi 95 °C selama 2 menit, denaturasi 95 °C selama 30 detik, annealing 55 °C selama 1 menit, extension 72 °C selama 1 menit dan cooling 72 °C, selama 7 menit. Selanjutnya simpan di suhu 4 °C. Langkah keempat, 1 % gel dengan DW dipanaskan dengan *microwave*. Tambahkan 1 µl *Nucleoid acid gel* dan cetak agar, tunggu 45 menit. Sebanyak 3 µl *marker* dimasukkan pada sumur pertama. Campuran antara 5 µl produk PCR dengan 10X *dye*, dimasukkan dalam sumur, kemudian mesin



dijalankan 120 V selama 50 menit, dan hasil dibaca dengan menggunakan *UV transilluminator*.

## HASIL

Total sampel yang diperoleh adalah 78 sampel yaitu 64 sampel dari pesawat dan 14 sampel dari perusahaan katering (*inflight caterings*). Jumlah sampel yang diambil dari terminal 2D adalah 64 sampel yang berasal dari 24 pesawat. Jumlah sampel dari masing-masing pesawat dirangkum pada Tabel 1.

Sampel yang diperoleh bervariasi jenisnya, antara lain daging yang diolah dengan berbagai cara (rolade daging, kari daging, burger daging, daging asap), daging ayam (ayam goreng, kari ayam, potongan ayam), yoghurt, susu (susu penuh, susu skim, sup krim susu), es krim, keju (salad dan keju, keju lembaran), mentega (roti dengan mentega, mentega).

Tabel 1 Jumlah sampel yang diambil dari masing-masing pesawat di Terminal 2D BISH

	Kode pesawat	Jumlah sampel	Jumlah sampel positif
1	Pesawat 1	4	3
2	Pesawat 2	5	4
3	Pesawat 3	3	0
4	Pesawat 4	5	1
5	Pesawat 5	2	2
6	Pesawat 6	2	2
7	Pesawat 7	2	2
8	Pesawat 8	8	7
9	Pesawat 9	2	2
10	Pesawat 10	1	1
11	Pesawat 11	3	3
12	Pesawat 12	2	1
13	Pesawat 13	2	2
14	Pesawat 14	2	2
15	Pesawat 15	2	2
16	Pesawat 16	2	1
17	Pesawat 17	2	1
18	Pesawat 18	2	2
19	Pesawat 19	2	2
20	Pesawat 20	3	2
21	Pesawat 21	1	1
22	Pesawat 22	2	1
23	Pesawat 23	3	2
24	Pesawat 24	2	1
Jumlah total sampel		64	47

Pengambilan sampel juga dilakukan pada dua perusahaan katering yang melayani konsumsi makanan pesawat internasional. Pengambilan sampel dilakukan pada sisa makanan yang masih berada di dalam *tray*, sesaat sebelum *tray* tersebut dibersihkan, seperti yang terlihat pada Gambar 2. Lokasi kedua perusahaan katering tersebut berada di dalam Kawasan BISH. Jumlah sampel yang diambil dari masing-masing perusahaan katering dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Jumlah sampel yang diambil dari perusahaan katering di BISH

No	Kode perusahaan katering	Jumlah sampel	Jumlah sampel positif
1	Perusahaan 1	8	6
2	Perusahaan 2	6	0
	Jumlah total sampel	14	6



Gambar 2 Kondisi *tray* tempat makanan dari pesawat (kiri); Sisa makanan dalam *tray*, sesaat sebelum dibersihkan (kanan)

Berdasarkan hasil pengujian didapatkan 53 sampel (67.95%) positif *Enterobacteriaceae*. Uji konfirmasi menggunakan Kit API 20E (BioMérieux) ditemukan 5 spesies bakteri yaitu *Enterobacter cloaca*, *Ochrobactrum anthropi*, *Ewingella americana*, *Providencia rettgeri*, dan *Chronobacter spp*, seperti yang terlihat pada Tabel 3. Uji konfirmasi menggunakan PCR pada 1 sampel terduga



*Salmonella spp* didapatkan *Salmonella enterica* serovar Typhimurium (*Salmonella Typhimurium*).

Tabel 3 Hasil uji menggunakan Kit API 20E

No	Hasil Uji Kit API 20E	% ID	Comment
1	<i>Enterobacter cloaca</i>	96.4 %	<i>Good identification</i>
2	<i>Ochrobactrum anthropic</i>	98.0 %	<i>Good identification</i>
3	<i>Ewingella americana</i>	80.2 %	<i>Low discrimination</i>
4	<i>Providencia rettgeri</i>	99.7 %	<i>Good identification</i>
5	<i>Chronobacter spp</i>	81.0 %	<i>Low discrimination</i>

*Cronobacter spp*, *Enterobacter cloaca*, dan *Providencia rettgeri* pada penelitian ini ditemukan pada sampel daging ayam. *Ochrobactrum anthropi* ditemukan di krim. *Ewingella americana* pada daging dan *Salmonella Typhimurium* pada keju, seperti yang terlihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Identifikasi Enterobacteriaceae yang diisolasi dari sampel pangan asal hewan pada sampah internasional di BISH

No	Genus/Spesies	Sampel pangan asal hewan
1	<i>Enterobacter cloaca</i>	Ayam
2	<i>Ochrobactrum anthropic</i>	Krim
3	<i>Ewingella Americana</i>	Daging
4	<i>Providencia rettgeri</i>	Ayam
5	<i>Chronobacter spp</i>	Ayam
6	<i>Salmonella Typhimurium</i>	Keju

## PEMBAHASAN

Sampah penerbangan adalah sampah yang mengandung atau diduga mengandung produk hewan atau sisa-sisanya yang berasal dari makanan yang dihidangkan di dalam pesawat atau sebagai hasil transportasi hewan menggunakan pesawat. Definisi mengenai sampah penerbangan ini berlaku untuk penerbangan dari negara manapun (CFIA 2012). Ketentuan yang berhubungan dengan sampah sisa penerbangan dalam pasal 25 UU Nomor 16 Tahun 1992 mengenai Karantina Hewan, Ikan dan Tumbuhan, bahwa sampah yang terbawa oleh alat angkut dan diturunkan di tempat pemasukan harus dimusnahkan oleh pemilik alat angkut yang bersangkutan di bawah pengawasan petugas karantina.

Sampah dari pesawat jenis apapun, harus diperlakukan berbeda dengan sampah dari terminal, perkantoran atau lingkungan seputar bandara. Perhatian lebih harus diberikan pada sampah yang berasal dari penerbangan internasional, terutama sampah sisa makanan yang mengandung hewan atau produk hewan. Risiko

menyebarunya penyakit melalui sampah dari pesawat internasional tidak dapat diabaikan (CFIA 2012).

Kendala yang dihadapi saat pengambilan sampel adalah (1) keterbatasan jumlah petugas yang dapat masuk ke pelataran pesawat, (2) adanya keterlambatan kedatangan pesawat, serta (3) kedatangan pesawat dengan jeda waktu yang sempit. Sejumlah pesawat datang terlambat pada jam pengambilan sampel yang telah ditentukan, sehingga sampel tidak dapat dikoleksi. Beberapa pesawat ditemukan pindah parkir ke terminal 2F atau ke tengah apron dikarenakan terlambat datang, sehingga menyulitkan pengambilan. Ditemukan juga dua pesawat yang tiba dengan jeda waktu yang sempit, sehingga pengambilan sampel tidak dapat dilakukan bersamaan. Petugas yang dapat masuk ke apron juga dibatasi jumlahnya, maksimum hanya 2 orang petugas per sekali masuk, sehingga kedatangan pesawat dengan jeda waktu sempit tidak tertangani dengan baik.

Berdasarkan pengamatan selama proses pengambilan sampel, dapat diinformasikan bahwa sampah internasional yang dikelola oleh pihak bandara langsung dibawa ke tempat pemusnahan di dalam bandara, dan sampah tersebut segera dimusnahkan di dalam insinerator, sehingga risiko bahaya bagi lingkungan dapat diminimalisasi. Hal ini berbanding terbalik dengan sampah internasional yang dikelola oleh katering bandara (*inflight catering*). Sesampainya sampah di gedung katering, sampah dicampur dengan sampah dapur dan sampah perkantoran, dan kemudian dibawa keluar ke tempat pembuangan akhir di wilayah Tangerang Banten. Terdapat risiko sampah katering tersebut digunakan sebagai pakan hewan. Jansen *et al.* (2019) menyatakan bahwa produk makanan asal hewan dapat menjadi sumber potensial bagi penularan penyakit hewan dan penyakit tular pangan yang bersifat eksotik.

Sampah internasional yang dikelola katering harus dimusnahkan secara tepat dan sesuai prosedur. Produk makanan terkontaminasi yang dibuang ke tempat pembuangan akhir (TPA) dapat menjadi sumber infeksi hewan ternak yang hidup di sekitar TPA. Lokasi TPA yang berdekatan dengan peternakan, menyebabkan adanya risiko hewan liar masuk ke area peternakan dan membawa produk makanan terkontaminasi, yang pada akhirnya akan berisiko mengontaminasi peternakan tersebut. Beberapa negara menggunakan sisa makanan yang mengandung produk hewan dari sampah internasional sebagai pakan babi. Inggris menggunakan sisa katering yang mengandung daging dan produknya, serta ayam dan produk hewan lainnya sebagai pakan babi setelah melewati beberapa proses sesuai aturan yang berlaku. Saat terjadi wabah penyakit mulut dan kuku (PMK) di Inggris tahun 2001, diberlakukan larangan untuk menjadikan sisa makanan yang mengandung produk hewan menjadi pakan hewan terutama pakan babi (Hartnett *et al.* 2007). Berdasarkan hasil pengamatan dan wawancara yang dilakukan, tidak ditemukan adanya perlakuan yang diberikan secara khusus terhadap sisa makanan katering sebelum dibuang ke TPA. Terdapat kemungkinan sisa katering tanpa perlakuan khusus tersebut, dijadikan sebagai pakan ternak, sehingga risiko bahaya tetap ada.

*Chronobacter* spp pada penelitian ini ditemukan pada sampel daging ayam. Sampel daging ayam tersebut berasal dari paket makanan yang berisi nasi, sayur dan bumbu terkait, yang kemungkinan merupakan reservoir dari *Enterobacteriaceae*. Hasil ini sesuai dengan hasil dari Sani dan Odeyemi (2015) yang menyatakan bahwa *Chronobacter* spp telah diisolasi dari berbagai sumber makanan asal hewan seperti susu formula bayi, susu lanjutan bayi serta makanan



asal tumbuhan seperti sayuran, bumbu (*spice*), dan bumbu dedaunan kering (*herb*). Makanan asal tumbuhan seperti gandum, bumbu-bumbu dan tepung dapat menjadi reservoir potensial dan sumber kontaminasi dari *Chronobacter* spp. *Chronobacter* lebih banyak ditemukan pada makanan asal tumbuhan. Lu *et al.* (2014) menyatakan bahwa *Chronobacter* dapat terdeteksi di lingkungan sekitar tempat pembuatan makanan dan alat-alat yang digunakan dalam membuat makanan di dapur, sementara Baylis *et al.* (2011) menyatakan bahwa walau ditemukan secara meluas di lingkungan, habitat natural dari bakteri ini belum ditemukan.

*Enterobacter cloacae* banyak diisolasi pada spesimen klinik manusia dan banyak juga ditemukan pada permukaan dan lingkungan perairan (air, limbah, tanah, dan makanan) (Davin-Regli dan Pagès 2015). *Enterobacter* umum ditemui di lingkungan dan makanan (Baylis *et al.* 2011). Bakteri ini merupakan bakteri yang banyak diisolasi dari saluran intestinal ayam (Yehia 2013), sedangkan *Ochrobactrum anthropi* umum ditemukan pada air di lingkungan rumah sakit (Hagiya *et al.* 2013). El Adawy *et al.* (2012) menerangkan bahwa *Ochrobactrum* sp diisolasi dari genus *Avian* seperti kalkun. Hewan ternak seperti babi dan ayam pedaging merupakan tempat berkembang yang potensial (*reservoir*) dan dapat berperan menyebarluaskan spesies *Ochrobactrum* yang resistan (Alanso *et al.* 2017). *Enterobacter cloacae* dan *Ochrobactrum anthropi* pada penelitian ini ditemukan pada sampel daging ayam. Kedua bakteri tersebut mungkin berasal dari ayam yang terkontaminasi atau mungkin *Ochrobactrum anthropi* mengontaminasi air dan lingkungan pesawat asal sampel sehingga mengontaminasi sampel.

*Ewingella americana* jarang menyebabkan infeksi pada manusia dan telah diisolasi dari berbagai sampel klinis dari manusia. Selain itu, bakteri ini juga diisolasi dari *snail* dan *slugs*, karkas segar, daging kemasan vakum dan juga jamur (Hassan *et al.* 2012). Reyes *et al.* (2004) (merupakan yang pertama) melaporkan keberadaan bakteri ini pada jamur kancing segar dan spesies jamur lainnya. *Ewingella americana* pada penelitian ini diisolasi dari sampel daging. Daging tersebut berasal dari sisa paket makanan yang berisi daging, kentang, sayuran yang disiram dengan semacam saus jamur. Terdapat kemungkinan bahwa daging yang digunakan oleh katering pesawat tersebut terkontaminasi *Ewingella americana* melalui saus tersebut.

*Providencia rettgeri* adalah organisme yang banyak ditemukan tetapi jarang dikaitkan dengan infeksi pada manusia. *Providencia rettgeri* sering diisolasi dari unggas dan feses reptil (Sagar *et al.* 2017). *Providencia rettgeri* pada penelitian ditemukan pada sampel daging ayam. Terdapat kemungkinan bahwa sampel daging ayam dari penelitian ini terkontaminasi oleh *Providencia rettgeri* selama proses pembuatan makanan.

Ditemukannya *Salmonella Typhimurium* sebagai bakteri patogen dari isolat *Enterobacteriaceae* menandakan bahwa bakteri ini dapat menjadi sumber kontaminasi ke lingkungan. *Salmonella* tersebar luas di lingkungan dengan induk semang bervariasi meliputi mamalia, burung, ikan dan reptil. Sehingga ada banyak jenis hewan yang berfungsi sebagai reservoirnya, selain sebagai salah satu bakteri zoonotik yang patogen. *Salmonella* masuk ke rantai makanan melalui kontaminasi feses dan diasosiasikan dengan makanan tertentu seperti daging dan ayam (Baylis *et al.* 2011). *Salmonella enterica* serovar *Typhimurium* (*Salmonella Typhimurium*) adalah patogen utama pada saluran usus manusia dan hewan. Bakteri ini pada manusia menyebabkan penyakit gastroenteritis, dan sebagai bakteri tular pangan,

infeksi bermula dari masuknya bakteri ini melalui makanan atau minuman terkontaminasi hingga mencapai epitel usus dan memicu penyakit gastrointestinal. *Salmonella Typhymurium* dapat bertahan hingga 8 bulan pada keju *cheddar* yang disimpan pada suhu dingin (Fàbrega dan Jordi 2013). El-Baz *et al.* (2017) menyatakan kehadiran *Salmonella* pada sampel susu dan keju di Mesir, yang menandakan bahwa produk susu dari susu mentah dapat berpotensi sebagai sumber infeksi *Salmonella*. Serraino *et al.* (2012) menyatakan bahwa kunci utama untuk menurunkan risiko infeksi *Salmonella Typhymurium* yang berasal dari susu mentah adalah penerapan prinsip higienitas lingkungan dan pribadi untuk meminimalisasi kontaminasi, serta prosedur penyimpanan yang benar dari keju pada suhu dingin. *Salmonella Typhymurium* pada penelitian ini ditemukan pada keju. Terdapat kemungkinan bahwa keju tersebut berasal dari susu mentah atau kurang baiknya penyimpanan keju pada fasilitas pendingin di pesawat.

*Salmonella* spp. biasa terdapat di permukaan air yang digunakan sebagai sumber irigasi. Beberapa penelitian menemukan adanya indikasi air yang digunakan sebagai penyiram tanaman/irigasi berperan sebagai media transmisi bagi bakteri ini (Liu *et al.* 2018). *Salmonella* juga telah beradaptasi cukup baik di lingkungan perairan. Ditemukan bukti bahwa lapisan biofilm di permukaan air memungkinkan *Salmonella* spp. untuk bertahan hidup di lingkungan tanpa membutuhkan hewan sebagai reservoir (Waldner *et al.* 2012).

## SIMPULAN

Enam spesies *Enterobacteriaceae* ditemukan pada sampah internasional dari pesawat yaitu *Enterobacter cloaca*, *Ochrobactrum anthropi*, *Ewingella americana*; *Providencia rettgeri*, *Chronobacter* spp, dan *Salmonella enterica* serovar *Typhimurium*. Ditemukannya bakteri ini membuktikan bahwa sisa makanan dari sampah internasional berpotensi sebagai kontaminan *Enterobacteriaceae*. Kehadiran *Salmonella Typhimurium* sebagai satu-satunya bakteri patogen yang diisolasi dari *Enterobacteriaceae* dapat menjadi sumber kontaminasi bagi lingkungan. Sampah dari pesawat internasional harus mendapat penanganan khusus yang berbeda dengan sampah dari pesawat domestik maupun sampah lingkungan sekitar bandara, dengan memusnahkan segera sejak diturunkan dari pesawat. Sampah internasional juga harus dipisahkan dari sampah lain sejak diturunkan hingga dimusnahkan. Pemusnahan sampah international di BISH sangat diperlukan untuk mencegah kontaminasi ke lingkungan.





### 3 RESISTANSI ANTIBIOTIK BAKTERI ENTEROBACTERIACEAE ASAL SISA MAKANAN DARI SAMPAH PESAWAT DI BANDARA INTERNASIONAL SOEKARNO HATTA

#### ABSTRACT

*The food and leftover food of animal origin from international waste, pose a risk for the introduction of the disease. Further, there is a risk of antibiotic-resistant bacteria entry through the international waste. The aim of this study was to analyze the level of bacterial resistance to antibiotics and the type of resistance of Enterobacteriaceae on leftover food from international waste. The sampling conducted at Terminal 2D of Soekarno Hatta International Airport (SHIA), Jakarta Indonesia. The sampling method were referred on the Indonesian National Standard Number 19-3964-1994 about The Method of Taking and Measuring Sample Generation and Composition of Urban Waste. Microbiological tests were carried out based on the references in the Indonesian National Standard number 2897:2008 about Microbial Contamination Methods in Meat, Eggs, and Milk. Antibiotic resistance testing of susceptible, intermediate, and resistance categories were determined through measures of inhibition formed based on the Clinical and Laboratory Standard Institute (CLSI) standard (CLSI 2018). This study obtained 78 samples from 24 airplanes and 2 inflight catering of SHIA. Enterobacteriaceae were found in 53 samples (67.95%). The result from antibiotic-resistant bacteria test shows a high level of antibiotic-resistant, which are nalidixic acid (57%), cefoxitin (32%), ampicillin (26%), amoxicillin (15%), tetracycline (9%), cefotaxime (5%), kanamycin (3%), and the lowest is sulfatrimethoprim (1%). The Enterobacteriaceae from sample also shows the intermediate resistant level of antibiotic, which are cefotaxime (37%), cefoxitin (13%), tetracycline (6%), kanamycin (6%), amoxicillin (4%), nalidixic acid (4%), sulfatrimethoprim (2%), and ampicillin (0%). Enterobacteriaceae from leftovers food of international waste have been resistant to 1 group of antibiotics (49%), 2 group of antibiotics (38%), 3 group of antibiotics (10%), and 4 group of antibiotics (3%).*

**Keyword:** Antibiotic-resistance bacteria, Enterobacteriaceae, international waste

#### ABSTRAK

Sampah sisa makanan dari penerbangan internasional membawa risiko masuknya penyakit dari manca negara. Selain itu, terdapat risiko masuknya bakteri resisten terhadap antibiotik melalui sampah pesawat. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa tingkat resistansi bakteri terhadap antibiotik dan tipe resistansi dari *Enterobacteriaceae* pada sisa makanan dari sampel sampah internasional yang diambil dari Terminal 2D Bandara Internasional Soekarno Hatta. Pengambilan sampel dilakukan berdasarkan SNI 19-3964-1994 tentang Metode Pengambilan dan

Pengukuran Contoh Timbulan dan Komposisi Sampah Perkotaan (BSN 1994). Pengambilan sampel dilakukan selama 8 hari berturut-turut pada lokasi yang sama dengan jam yang berbeda-beda. Pengujian mikrobiologi dilakukan berdasarkan SNI 2897-2008 tentang Metode Pengujian Cemaran Mikroba dalam Daging, Telur, dan Susu, serta Hasil Olahannya (BSN 2008). Selanjutnya dilakukan uji konfirmasi menggunakan Kit API 20E (BioMérieux) dan PCR. Pengujian resistansi terhadap antibiotik, kategori *susceptible*, *intermediate*, dan *resistance* ditentukan melalui ukuran daya hambat yang terbentuk berdasarkan standar *Clinical and Laboratory Standard Institute* (CLSI) (CLSI, 2018) Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari 78 sampel yang berasal dari 24 pesawat dan 2 perusahaan penyedia makanan pesawat (*inflight catering*), didapatkan 53 sampel (67.95%) positif *Enterobacteriaceae*. Hasil pengujian isolat *Enterobacteriaceae* terhadap antibiotik dalam sisa makanan penerbangan internasional menunjukkan tingkat resistansi yang cukup tinggi, yaitu: asam nalidisilat (57%), sefoksitin (32%), ampisillin (26%), amoksisilin (15%), tetrasiklin (9%), sefotaksim (5%), kanamisin (3%), dan terendah adalah sulfatrimetoprim (1%). Bakteri *Enterobactriaceae* ini juga menunjukkan tingkat intermediate terhadap antibiotik sefotaksim (37%), sefoksitin (13%), tetrasiklin (6%), kanamisin (6%), amoksisilin (4%), asam nalidisilat (4%), sulfatrimetoprim (2%), dan ampisillin (0%). *Enterobacteriaceae* yang berasal dari sisa makanan penerbangan international telah resistan terhadap 1 golongan antibiotik (49%), 2 golongan antibiotik (38%), 3 golongan antibiotik (10%), dan 4 golongan antibiotik (3%).

Kata kunci: Bakteri resistan antibiotik, *Enterobacteriaceae*, sampah pesawat

## PENDAHULUAN

Antibiotik adalah salah satu pengobatan yang paling sering digunakan untuk mengobati penyakit. Antibiotik digunakan secara luas pada peternakan dan pertanian, selain untuk pengobatan medis pada manusia. Limbah yang berasal dari manusia, pertanian dan peternakan yang mengandung antibiotik dan gen resistan antibiotik ini dapat mengontaminasi lingkungan. Resistansi antibiotik adalah pengurangan efektivitas dari pengobatan yang menggunakan antimikrobial terhadap suatu penyakit (Shaikh *et al.* 2015).

Bakteri mengembangkan cara yang kompleks dan stategis untuk menahan serangan antibiotik. Resistansi antibiotik telah berkembang cepat dalam beberapa dekade terakhir dan menjadi salah satu perhatian dalam kesehatan masyarakat. Infeksi bakteri yang sukar diobati karena *multi-drug resistant* (MDR) juga telah menjadi semakin umum ditemui saat ini (Munita dan Arias 2016). Bakteri telah mengembangkan mekanisme untuk menangkal antibiotik. Gen yang mengkode mekanisme pertahanan tersebut terletak pada kromosom bakteri atau plasmid ekstrakromosomal dan kemudian diteruskan ke generasi berikutnya (*vertical gene transfer*). Elemen genetik seperti plasmid dapat ditukarkan antar bakteri yang berbeda toksonominya (*horizontal gene transfer*). Tranfer gen horizontal dapat



ditemui pada bakteri yang kepadatan dan diversitasnya tinggi seperti di saluran limbah (Schwartz *et al.* 2003).

Transfer informasi genetik antar individu dilakukan melalui dua cara, yaitu (1) secara vertikal antara orang tua dan anaknya, dan (2) secara horizontal antar individu dengan spesies sama atau berbeda. Cara pertama mempertahankan identitas dari spesies, sedangkan cara kedua berakibat evolusi dan proses adaptasi spesies. Cara horizontal berperan dalam penyebaran jejak genetik ganda, terutama berhubungan dengan resistansi antibiotik dan berpartisipasi aktif dalam adaptasi bakteri dalam *niches* barunya (Larenzo-Diaz *et al.* 2017).

Resistansi dapat timbul secara spontan melalui proses mutasi, selain itu gen dapat diwariskan secara vertikal atau dapat diperoleh dari bakteri lain secara horizontal melalui unsur genetik seluler seperti plasmid. *Horizontal gene transfer* (HGT) bisa terjadi antara bakteri yang sangat berbeda. Mekanisme ini akan meningkatkan kemungkinan kejadian resistansi pada bakteri patogen lain di lingkungan. Mengingat banyaknya bakteri patogen yang tersebar di lingkungan dan secara bebas dapat kontak dengan bakteri yang telah mengalami resistansi, maka kemungkinan terjadinya *multi drug resistance* (MDR) pada bakteri patogen semakin meningkat (Argudin *et al.* 2017).

Pemakaian antibiotik dengan dosis yang tidak sesuai menimbulkan kekhawatiran akan meningkatkan kasus resistansi antibiotik dan menyebabkan multiresistan. Multiresistan atau *multi-drugs resistant* (MDR) didefinisikan sebagai resistansi terhadap dua atau lebih obat maupun klasifikasi obat (Van Duin *et al.* 2014). Jenis yang sangat membahayakan kesehatan masyarakat adalah bakteri multiresistan terhadap beberapa antibiotik. Multiresistan dapat terjadi bila bakteri telah resistan terhadap 3 atau 5 antibiotik (Jametz *et al.* 2014). Sedangkan Magiorakos *et al.* (2012) menyatakan bahwa bakteri MDR adalah bakteri yang resistan terhadap setidaknya 3 atau lebih golongan antibiotik.

Menurut Kulczyński *et al.* (2017), penyakit pencernaan pada penumpang pesawat biasanya dihubungkan dengan makanan dari pesawat (*inflight catering*), baik penyebabnya *foodborne*, *waterborne* atau *airborne* (bila ada penumpang yang sakit). Penyakit bawaan pangan (*foodborne disease*) yang umum ditemui pada penumpang pesawat udara adalah *salmonellosis*. Hingga tahun 2005, terdapat lebih dari 15 kasus *salmonellosis* pada penumpang pesawat internasional di Polandia. Kasus *shigellosis* dan keracunan makanan akibat bakteri *Staphylococcus* jarang terjadi (Kulczyński *et al.* 2017).

Berdasarkan data dari *International Air Transport Association* (IATA), penumpang pesawat meninggalkan sampah seberat 0.82-2.5 kg atau rerata 1.43 kg per orang, tergantung pada jarak dan waktu perjalanan. Dari jumlah tersebut, 23 % adalah sisa makanan yang tidak dimakan penumpang, dan 17% adalah sampah yang dapat didaur ulang (plastik, botol, koran bekas) (IATA 2014). Pada tahun 2018, jumlah pesawat internasional yang datang di BISH adalah 48740 pesawat, dengan membawa penumpang dari mancanegara sejumlah 7.5 juta orang (BPS 2019). Bila seorang penumpang rata-rata membawa sampah seberat 1.43 kg per-orang, maka diperkirakan jumlah sampah dari pesawat internasional di BISH pada tahun 2018 adalah kurang lebih 10 ton.

Sampah pesawat dapat berupa atau diduga mengandung produk hewan dan atau produk asal hewan (daging, keju, susu, krim) yang berasal dari katering pesawat atau bawaan penumpang. Sampah pesawat harus diperlakukan khusus

tanpa memandang negara asal pesawat (CFIA 2012). Sisa makanan tersebut dapat berupa bahan sisa atau bentukan utuh yang tidak layak makan lagi. Adanya kemungkinan sampah mengandung bakteri patogen dan non-patogen tidak dapat diabaikan. Penumpang dari luar negeri dapat membawa masuk bakteri resistan antibiotik dari makanan dan lingkungan asalnya. Terutama penumpang yang berasal dari negara yang memiliki tingkat resistansi tinggi terhadap antibiotik.

Semakin meningkatnya aktivitas penumpang dari mancanegara, migrasi orang dan hewan dari satu negara ke negara lain, serta importasi makanan membuat bakteri resistan antibiotik yang terbawa dapat menyebar semakin luas ke seluruh dunia. Berdasarkan analisa tersebut, terdapat kemungkinan bakteri resistan antibiotik dari sampah pesawat dapat mencemari lingkungan. Penelitian tentang hal tersebut belum pernah dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa tingkat resistansi bakteri terhadap antibiotik dan tipe resistansi dari *Enterobacteriaceae*, pada sisa makanan dari sampel sampah internasional yang diambil dari Terminal 2D Bandara Internasional Soekarno Hatta.

## MATERI DAN METODE

### Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Februari hingga Desember 2018. Sampel diambil saat pengawasan rutin oleh Balai Besar Karantina Pertanian Soekarno Hatta di Terminal 2D BISH. Pengujian dilakukan di beberapa tempat, yaitu (1) isolasi, identifikasi *Enterobacteriaceae*, dan pengujian resistansi bakteri terhadap antibiotik dilakukan di Laboratorium Kesehatan Masyarakat Veteriner Fakultas Kedokteran Hewan Institut Pertanian Bogor, (2) konfirmasi *Enterobacteriaceae* menggunakan kit API di Laboratorium Kesehatan Masyarakat Veteriner Fakultas Kedokteran Hewan Institut Pertanian Bogor dan Balai Pengujian Mutu dan Sertifikasi Produk Hewan (BPMSPH) Bogor, dan (3) konfirmasi *Salmonella* menggunakan uji *Polymerase Chain Reaction* (PCR) di Laboratorium Terpadu Fakultas Kedokteran Hewan Institut Pertanian Bogor.

### Isolasi dan Identifikasi *Enterobacteriaceae*

#### Identifikasi *Enterobacteriaceae*

Pengujian dilakukan berdasarkan SNI 2897-2008 tentang Metode Pengujian Cemaran Mikroba dalam Daging, Telur, dan Susu, Serta Hasil Olahannya (BSN 2008). Langkah pertama adalah penyiapan sampel. Sampel yang diperoleh dilarutkan pada 225 ml 0.1% *buffered peptone water* (BPW) dan dihomogenkan selama 1-2 menit untuk membuat larutan  $10^{-1}$ . Langkah kedua adalah isolasi dan kultivasi pada agar MacConkey serta diinkubasi pada suhu  $37^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  selama 24 jam. Langkah ketiga, koloni berwarna merah dengan ukuran 1.1–1.5  $\mu\text{m}$  (lebar) dan 2.0–6.0  $\mu\text{m}$  (panjang), diduga sebagai *Escherichia coli*. Langkah keempat adalah



identifikasi terduga koloni dengan uji Gram stain, uji KOH, uji oksidase, uji biokimia IMViC (indol (*tryptone*), *methyl red-voges proskaauer* (MR-VP), *Koser's Citrate* (KC) *broth*). Juga dilakukan pengujian menggunakan media agar *sulfide*, *indole*, *motility* (SIM); *lauryl sulphat tryptose broth* (LSTB); dan agar *levine eosin-methylene blue* (LEMB). Selanjutnya seluruh koloni positif dikultivasi pada *Tryptone Soya Agar* (TSA), dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Isolat kemudian disimpan pada *Tryptone Soya Broth* (TSB) mengandung 30% glycerol pada suhu -20 °C hingga tindakan lebih lanjut.

### Pengujian Menggunakan Kit API 20E (BioMérieux)

Isolat terduga kemudian diuji menggunakan kit API 20E (BioMérieux). Penyegaran isolat dilakukan dengan kultur pada *Tryptone Soya Broth* (TSB) yang diinkubasi pada suhu 37 °C selama 24 jam, kemudian dikultur pada *Tryptone Soya Agar* (TSA) yang diinkubasi pada suhu 37 °C selama 24 jam.

Langkah pertama pengujian, dua hingga lima koloni terpisah diambil dengan *swab* steril dan dicampur ke dalam 5 ml 0.85% NaCL steril sampai kekeruhan sama dengan MacFarland 0.5. Langkah kedua adalah meneteskan suspensi bakteri tersebut ke dalam mikrotabung. Strip API 20E (BioMérieux) terdiri dari 20 tabung mikro yang berisikan substrat yang telah dikeringkan. Strip API tersebut bertuliskan beberapa singkatan. Singkatan yang bergaris bawah menunjukkan bahwa suspensi bakteri diteteskan sebanyak setengah dari tinggi sumur dan ditambahkan *mineral oil* sampai sumur penuh, yaitu ADH, LDC, ODC, H<sub>2</sub>S, dan URE. Singkatan yang berada di dalam kotak menunjukkan bahwa suspensi bakteri diteteskan sampai sumur penuh, yaitu CIT, VP, dan GEL, sedangkan singkatan yang tidak bergaris bawah maupun tidak berada di dalam kotak diisi dengan suspensi bakteri sebanyak setengah dari tinggi sumur, yaitu ONPG, TDA, IND, GLU, MAN, INO, SOR, RHA, SAC, MEL, AMY, dan ARA.

Langkah ketiga, inkubasi strip API 20E, sebelumnya tambahkan sedikit akuades agar kondisinya tetap lembab dan tidak kering. Inkubasi dilakukan pada suhu 37 °C selama 24 jam. Langkah keempat, setelah diinkubasi selama 24 jam, 1 tetes reagen James ditambahkan pada sumur IND. Satu tetes reagen TDA ditambahkan pada sumur TDA. Reagen VP 1 dan VP 2 ditambahkan masing-masing 1 tetes pada sumur VP. Langkah kelima, tunggu selama 10 menit untuk melihat perubahan warna. Hasil perubahan warna dituliskan pada kertas hasil, kemudian kode angka yang diperoleh berdasarkan pembacaan hasil dimasukkan ke dalam aplikasi APIWEB™ (API 2018).

### Identifikasi *Salmonella* spp.

Isolasi dan identifikasi *Salmonella*, sampel yang diperoleh dilarutkan dalam 225 ml *Lactose Broth* (LB) dan dihomogenkan selama 1-2 menit. Langkah kedua, 0.1 ml larutan dikultivasi dalam 10 ml *Rappaport Vassiliadis Broth* (RV) dan diinkubasi dalam *waterbath* selama 24 jam pada suhu 42 °C. Setelah 24 jam, larutan digoreskan menggunakan ose pada agar *xylose lysine deoxycholate* (XLD) dan diinkubasi dalam kondisi aerobik selama 24 jam pada suhu 37 °C. dan diinkubasi dalam kondisi aerobik selama 24 jam pada suhu 37 °C. Koloni berbentuk bulat dengan ukuran 1.1-1.5 mm (lebar) and 2.0-2.6 mm (panjang), berwarna merah muda dengan atau tanpa titik hitam; atau koloni berwarna hitam dapat diduga

sebagai *Salmonella* spp. Koloni terduga sebagai *Salmonella* spp kemudian dikonfirmasi menggunakan uji PCR (BSN 2008).

### Pengujian PCR

Langkah pertama pengujian PCR adalah mengekstrasi DNA dengan metode perebusan. Homogenkan 25 µl *destilled water* (DW) steril dan 1 *loop* koloni bakteri dalam 1.5 ml tabung mikrosentrifus. Tambahkan 25 µl mM NaOH dan inkubasi selama 10 menit. Selanjutnya rebus selama 5 menit pada suhu 100 °C. Sebanyak 4 µl Tris-HCL pH 7.4 ditambahkan dan disentrifus 13000 rpm selama 5 menit. *Supernatant* sebagai *template* DNA dipisahkan dan disimpan pada suhu -20 °C.

Langkah kedua adalah pembuatan *Salmonella* master mix. Sebanyak 2 µl 10x Buffer, 1 µl DNA template, 1.6 µl Primer F 2.5 µM, 1.6 µl Primer R 2.5 µM, 0.1µl Taq Polymerase, dan DW hingga 20 µl dimasukkan dalam 1.5 mL tabung mikrosentrifus serta dihomogenkan dengan *vortex* pada kecepatan tinggi. Larutan dibagai dalam tube PCR (@19 µl), tambahkan DNA template dan jalankan PCR.

Langkah ketiga adalah 30 siklus PCR, yang terdiri dari pre-denaturasi 95 °C selama 2 menit, denaturasi 95 °C selama 30 detik, *annealing* 55 °C selama 1 menit, *extension* 72 °C selama 1 menit dan *cooling* 72 °C, selama 7 menit. Selanjutnya simpan di suhu 4 °C. Langkah keempat, 1 % gel dengan DW dipanaskan dengan *microwave*. Tambahkan 1 µl *Nucleoid acid gel* dan cetak agar, tunggu 45 menit. Sebanyak 3 µl *marker* dimasukkan pada sumur pertama. Campuran antara 5 µl produk PCR dengan 10X *dye*, dimasukkan dalam sumur, kemudian mesin dijalankan 120 V selama 50 menit, dan hasil dibaca dengan menggunakan *UV transilluminator*.

### Pengujian Resistansi Bakteri terhadap Antibiotik

Isolat *Enterobacteriaceae* diremajakan dalam media *tryptone soya agar* (TSA) dan diinkubasi pada suhu 35 °C selama 24 jam. Isolat *Enterobacteriaceae* yang sudah murni diambil kemudian dimasukkan ke dalam media *tryptone soya broth* (TSB). Suspensi bakteri diinkubasi ke dalam inkubator 35 °C selama 0.5-2 jam, setiap 0.5 jam diperiksa tingkat kekeruhan suspensi bakteri, agar setara dengan kekeruhan 0.5 McFarland ( $1.5 \times 10^8$  CFU/ml). Selanjutnya isolat bakteri digoreskan secara merata di atas media *Mueller Hinton agar* (MHA) menggunakan *cotton bud* steril. Cakram antibiotik diletakkan di atas permukaan MHA menggunakan *disc dispenser* setelah permukaan agar kering. Selanjutnya diinkubasi pada suhu 35 °C selama 20-24 jam. Pengukuran diameter zona hambat dilakukan setelah 24 jam. Kategori *susceptible*, *intermediate*, dan *resistance* ditentukan melalui ukuran daya hambat yang terbentuk berdasarkan standar *Clinical and Laboratory Standard Institute* (CLSI) seperti yang tergambar pada Tabel 5 (CLSI 2018).



Tabel 5 Standar interpretasi diameter zona hambat (CLSI 2018)

Golongan antibiotik berdasarkan struktur kimia	Antibiotik	Isi cakram ( $\mu\text{g}$ )	Standar interpretasi zona hambat (mm)		
			R	I	S
Penisillin	Amoksisilin	100	<13	14-16	>17
	Ampisillin	100	<13	14-16	>17
Tetrasiklin	Tetrasiklin	100	<14	15-18	>19
	Sefalosporin	100	<14	15-17	>18
Sefalosporin	Sefoksitin	100	<21		>22
	Aminoglikosid	100	<13	14-16	>18
Fluorokuinolon	Asam nalidisilat	100	<13	14-18	>19
	Sulfonamid	100	<10	11-15	>16

Keterangan: R = Resistan; I = Intermediat; S = Sensitif

## HASIL

Berdasarkan pengujian terhadap 78 sampel yang berasal dari 24 pesawat dan 2 perusahaan penyedia makanan pesawat (*inflight caterings*) didapatkan 53 sampel (67.95%) positif *Enterobacteriaceae*. Uji konfirmasi menggunakan Kit API 20E (BioMérieux) ditemukan ditemukan 5 spesies bakteri yaitu *Enterobacter cloaca*, *Ochrobactrum anthropi*, *Ewingella americana*, *Providencia rettgeri*, dan *Chronobacter spp*. Uji konfirmasi menggunakan PCR pada 1 sampel terduga *Salmonella spp* didapatkan *Salmonella enterica* serovar Typhimurium (*Salmonella Typhimurium*). Hasil pengujian isolat resistansi *Enterobacteriaceae* terhadap antibiotik dalam sisa makanan penerbangan internasional menunjukkan tingkat resistansi yang cukup tinggi seperti yang terlihat pada Tabel 6.

Tabel 6 Hasil uji resistansi *Enterobacteriaceae* dalam sampel sisa makanan terhadap antibiotik

	NDA	FOX	AMP	AMX	TCE	CTX	KMC	SXT
Resistan (%)	57	32	26	15	9	5	3	1
Intermediat (%)	4	13	0	4	6	37	6	2
Sensitif (%)	57	55	74	81	85	58	91	97

Ket :Amoksisilin (AMX), Ampisillin (AMP), Tetrasiklin (TCE), Sefotaksim (CTX), Sefoksitin (FOX), Kanamisin (KMC), Asam nalidisilat (NDA), Sulfatrimetoprim (SXT)

Hasilnya adalah asam nalidisilat (57%), sefoksitin (32%), ampisillin (26%), amoksisilin (15%), tetrasiklin (9%), sefotaksim (5%), kanamisin (3%), dan terendah adalah sulfatrimetoprim (1%). Selain itu, bakteri *Enterobacteriaceae* ini

juga menunjukkan tingkat intermediate terhadap antibiotik sefotaksim (37%), sefoksitin (13%), tetrasiklin (6%), kanamisin (6%), amoksisilin (4%), asam nalidisilat (4%), sulfatrimetoprim (2%), dan ampisillin (0%). *Enterobacteriaceae* yang berasal dari sisa makanan penerbangan internasional telah resistan terhadap 1 golongan antibiotik (49%), 2 golongan antibiotik (38%), 3 golongan antibiotik (10%), dan 4 golongan antibiotik (3%).

## PEMBAHASAN

Beberapa bakteri yang ditemukan memiliki resistansi cukup tinggi terhadap Asam nalidisilat yaitu sebesar 57%. Asam nalidisilat merupakan obat yang sering digunakan di masyarakat tanpa resep dokter karena dijual bebas. Resistansi terhadap flurokuinolon telah menjadi masalah sejak asam nalidisilat dimasukkan ke dalam pengobatan klinis lebih dari 40 tahun yang lalu. Asam nalidisilat merupakan fluorokuinolon pertama yang banyak digunakan, ditemukan secara kebetulan sebagai produk sampingan dari sintesis fluorokuinolon. Asam nalidisilat sering digunakan untuk mengobati infeksi saluran kemih pada manusia (Jacoby 2005).

*Enterobacteriaceae* pada penelitian ini telah mengalami resistansi paling banyak terhadap 2 golongan antibiotik yaitu sebesar 38% pada golongan flurokuinolon dan sefalosporin. Penyebabnya antara lain karena penggunaanya yang meluas di berbagai kalangan masyarakat. Bidel et al. (2016) dan Rohde et al. (2018) menyatakan bahwa flurokuinolon atau generasi ketiga sefalosporin merupakan antibiotik yang umum diresepkan untuk penyakit yang disebabkan oleh bakteri.

Beberapa penelitian yang dilakukan pada skala laboratorium ditemukan fakta bahwa hanya sedikit senyawa antibiotik yang dapat diuraikan di lingkungan. Genotoksitas dari senyawa kuinolon dan metronidazol tidak dapat hilang. Kuinolon menyerap secara sempurna pada limbah selokan, tanah dan sedimen. Bahkan pada sedimen, kuinolon tidak dapat diuraikan. Kurang dari 1% dari sarafloksasin, jenis flurokuinolon yang disetujui untuk pencegahan penyakit pada penyakit unggas, dapat dieliminasi pada lapisan tanah setelah 80 hari. Hal ini disebabkan oleh keterikatannya yang tinggi ke tanah. Virginiamisin, pakan tambahan yang mengandung antibiotik biasa diberikan secara oral sebagai promotor pertumbuhan di peternakan. Jenis ini ditemukan dapat diuraikan dalam tanah. Siklosporin juga dapat diuraikan, tetapi membutuhkan waktu beberapa bulan dalam sampel tanah basah. Beberapa penemuan tersebut mengindikasikan bahwa metode penguraian substansi antibiotik di lingkungan bukan merupakan pilihan untuk menghilangkan residu antibiotik secara total. Konsentrasi antibiotik yang tinggi di air limbah yang digunakan dari pertanian dan peternakan memiliki dampak nyata ke lingkungan perairan (Kümmerer 2003).

Obat-obatan yang mengandung antibiotik yang masuk ke saluran pembuangan terkadang tidak dapat didegradasi atau dimusnahkan selama proses pengolahan limbah. Air limbah yang mengandung antibiotik tersebut dapat mencemari air permukaan, air tanah, dan air minum, serta kolam atau saluran air





tempat ikan berkembang biak. Sisa antibiotik yang digunakan oleh peternakan sebagai obat atau sebagai pendukung pertumbuhan disekresikan oleh hewan ternak dan berakhir sebagai pupuk kandang. Pupuk kandang digunakan di pertanian untuk menyuburkan tanaman. Antibiotik yang terkandung dalam pupuk kandang dapat mencemari tanah dan air permukaan (Kümmerer 2003).

Bakteri patogen yang resisten bahkan multi-resisten telah ditemukan di air limbah dan lingkungan secara umum. Air limbah yang mengandung bakteri resisten serta antibiotik yang masuk dalam irigasi dan selokan digunakan dalam pertanian dan peternakan, selanjutnya dapat masuk ke dalam rantai makanan secara langsung. Resistansi dapat ditransfer ke bakteri lain yang hidup bersama di lingkungan seperti air tanah atau air minum. Selain itu senyawa aktif dari antibiotik dan sediaan farmasetik yang disekresikan ke lingkungan relatif tidak berubah (Kümmerer, 2003). Berdasarkan hal tersebut, ada kemungkinan bakteri dari sampel sisa makanan ini, yang telah mengalami resistansi bahkan multi resisten dapat masuk ke saluran air sekitar tempat pembuangan maupun tempat pengumpulan sampah sebelum dibuang.

Bakteri yang resisten di sekitar pembuangan akhir akan menyebar ke lingkungan. Sampah berasal dari sisa makanan tersebut apabila dimakan oleh hewan ternak, menyebabkan risiko ternak tersebut menjadi resisten terhadap antibiotik. Saat ternak tersebut sakit, pengobatan dengan antibiotik sulit berhasil. Terdapat pula risiko, produk dari ternak tersebut, seperti daging dan susu dimakan manusia. Olahan dari ternak ini akan menjadi sumber resistensi antibiotik pada manusia yang memakannya.

Bakteri asal sampah internasional yang menyebar ke lingkungan berinteraksi dengan bakteri patogen lain. Terdapat kemungkinan terjadinya transfer gen horizontal antar bakteri, sehingga meningkatkan timbulnya bakteri yang resisten terhadap antibiotik di lingkungan. Bakteri-bakteri yang telah resisten tersebut dapat masuk ke badan air dan menyebar lebih luas, serta dapat mencemari sumber makanan lain seperti tanaman, yang pada akhirnya dimakan manusia.

Di Indonesia saat ini, risiko penyebaran penyakit melalui sampah internasional belum menjadi bagian penting dari manajemen bandara. Fakta bahwa sampah internasional dapat menyebarluaskan bakteri yang resisten terhadap antibiotik tidak dapat diabaikan. Menurunkan risiko penyebarannya melalui sampah pesawat udara harus menjadi perhatian seluruh lapisan manajemen pengelola bandara, serta penumpang, sehingga penyebaran *Enterobacteriaceae* yang resisten terhadap antibiotik dapat diminimalisir.

## SIMPULAN

Isolat *Enterobacteriaceae* yang ditemukan pada sampel pangan asal hewan pada sampah internasional di Bandara Internasional Soekarno Hatta (BISH) memiliki tingkat resistensi terhadap antibiotik cukup tinggi. Isolat *Enterobacteriaceae* tersebut telah mengalami resistensi terhadap 2 golongan antibiotik (38%), 3 golongan antibiotik (10%), dan 4 golongan antibiotik (3%).

Menurunkan risiko penyebaran bakteri yang resistan terhadap antibiotik melalui sampah pesawat internasional harus menjadi perhatian pengelola bandara dan penumpang. Sampah yang diturunkan dari pesawat internasional, baik sampah kabin maupun sampah dapur harus segera dilakukan pemusnahan tanpa kecuali.



- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
- b. Pengutipan tidak mengikuti kepentingan yang wajar IPB University.



## PENGEMBANGAN BIOLOGICAL PATHWAY MASUKNYA HAMA PENYAKIT HEWAN KARANTINA (PHHK) MELALUI SAMPAH INTERNASIONAL

### ABSTRACT

*International flights coming to Indonesia, in addition to bringing in passengers, also brings in passenger's food waste and garbage from the activities in the airplane. Soekarno Hatta International Airport (SHIA), as one of the busiest airports in Indonesia has great potential as a waste producer. International waste has a higher risk in terms of spreading disease to the environment around the airport, which will ultimately impact human and animal health in general. Waste risk assessment carried by international aircraft as a risk carrier of quarantine animal disease entering Indonesia has never been done. The aim of this study was to identify the biological pathway from the entry of pathogens through international waste and how to prevent it. The results, there were 3 pathway of waste management of international waste at SHIA. First pathway, international waste from the aircraft is not taken down and brought back to the country of origin. Second pathway, international waste from planes is unloaded and managed by the airport authority, then the waste is immediately taken and destroyed at incinerator inside SHIA. Third pathway, waste from aircraft is unloaded and managed by inflight catering, then taken to a landfill located in Tangerang Banten, outside of SHIA. The third pathway has a highest risk as an entry pathway of quarantine animal disease. There was possibility that food waste was reused as animal feed. The authority and agencies related to international waste at SHIA need to enforce the existing rules about international waste management, to prevent the spread of diseases due to waste.*

**Keywords:** Aircraft, biological pathway, international waste, Soekarno Hatta International Airport, waste management

### ABSTRAK

Pesawat penerbangan internasional yang datang ke Indonesia, selain membawa masuk penumpang, juga membawa masuk sampah bawaan penumpang dan sampah dari aktivitas dalam pesawat itu sendiri. Bandar Udara Internasional Soekarno Hatta (BISH) sebagai salah satu bandara tersibuk di Indonesia memiliki potensi besar sebagai penghasil sampah. Sampah pesawat penerbangan internasional memiliki risiko yang lebih tinggi dalam hal penyebaran penyakit dari sampah ke lingkungan sekitar bandara, yang pada akhirnya akan berdampak ke kesehatan manusia dan hewan secara umum. Penilaian risiko sampah yang dibawa pesawat internasional sebagai pembawa risiko masuknya hama penyakit hewan karantina ke Indonesia belum pernah dilakukan. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi *biological pathway* dari masuknya patogen melalui sampah

internasional tersebut dan cara pencegahannya. Hasil penelitian ini mendapatkan 3 alur pengelolaan sampah dari pesawat internasional di BSIH. Pertama sampah dari pesawat tidak diturunkan dan dibawa kembali ke negara asal. Kedua sampah dari pesawat diturunkan dan dikelola oleh bandara, selanjutnya sampah tersebut langsung dimusnahkan di insinerator yang ada di dalam BISH. Ketiga, sampah dari pesawat diturunkan dan dikelola oleh perusahaan yang menangani makanan pesawat (*inflight catering*), selanjutnya dibawa ke tempat pembuangan akhir (TPA) yang berada di wilayah Tangerang Banten. Risiko tertinggi masuknya hama penyakit hewan karantina berada pada alur ketiga, terdapat kemungkinan sampah sisa makanan dimanfaatkan kembali untuk pakan hewan. Instansi yang terkait dengan sampah internasional di BISH perlu menegakkan aturan yang tersedia mengenai pengelolaan sampah bandara, untuk mencegah penyebaran penyakit karena sampah.

Kata kunci: Bandara Internasional Soekarno Hatta, *biological pathway*, pengelolaan sampah, pesawat, sampah pesawat internasional

## PENDAHULUAN

Analisis risiko adalah suatu perangkat yang sangat penting dalam pelaksanaan tindakan Karantina Hewan guna memberikan keputusan teknis yang tepat dalam rangka mencegah masuk, tersebar, dan keluarnya Hama Penyakit Hewan Karantina (HPHK). Berdasarkan penjelasan pasal 7 PP Nomor 82 Tahun 2000 bahwa bagi media pembawa berisiko tinggi dapat ditetapkan kewajiban tambahan selain prosedur dasar sebelum pengeluaran dan atau waktu pemasukan. Definisi tersebut terdapat di dalam Surat Keputusan Kepala Badan Karantina Pertanian Nomor 609/KPTS/KR.120/K/9/2018 tentang Pedoman Analisis Risiko Hama Penyakit Hewan Karantina (HPHK)

Definisi lainnya berdasarkan pedoman di atas, analisis resiko adalah rangkaian suatu rangkaian proses yang terdiri dari identifikasi bahaya, penilaian risiko, manajemen risiko, dan komunikasi risiko untuk mengevaluasi peluang (*likelihood*) dan dampaknya terkait lalulintas media pembawa HPHK yang dapat membawa risiko dari negara lain atau antar area di wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia. Penilaian risiko adalah proses penilaian peluang (*likelihood*) dan konsekuensinya terhadap faktor biologi, negara atau area, media pembawa, dan ekonomi, terkait pemasukan/penyebaran HPHK melalui pemasukan atau pengeluaran media pembawa HPHK dari negara lain atau antar area di Indonesia. Risiko adalah peluang kejadian dan besarnya konsekuensi kejadian. Sedangkan identifikasi bahaya adalah proses identifikasi penyakit yang berpotensi terbawa masuk bersama media pembawa yang dilalulintaskan dan dapat menyebabkan bahaya terhadap kelestarian sumber daya alam.

Pesawat udara semakin popular sebagai salah satu moda transportasi. Berdasarkan data tahun 2016 dari International Civil Aviation Organization (ICAO), terdapat lebih dari 3.7 miliar penumpang pesawat di seluruh dunia per tahun





(Kulcynski *et al.* 2017). Fakta bahwa terbang dengan pesawat lebih cepat membawa seseorang dari satu tempat ke tempat lain, juga membuat penyakit yang dibawa penumpang pesawat lebih cepat menyebar dari satu negara ke negara lain. Memperkirakan risiko penyebaran penyakit akibat transportasi pesawat dari satu negara ke negara lain patut dilakukan, serta hasilnya dapat dijadikan pedoman bagi perusahaan penerbangan, Otorita Bandara, Karantina dan institusi terkait di bandara.

Pesawat penerbangan internasional yang datang ke Indonesia, selain membawa masuk penumpang, juga membawa masuk sampah bawaan penumpang dan sampah dari aktivitas dalam pesawat itu sendiri. Bandar Udara Internasional Soekarno Hatta (BISH) sebagai salah satu bandara tersibuk di Indonesia memiliki potensi besar sebagai penyumbang sampah dari aktivitas harian bandara tersebut. Sampah pesawat penerbangan internasional memiliki risiko yang lebih tinggi dalam hal penyebaran penyakit dari sampah ke lingkungan sekitar bandara, yang pada akhirnya akan berdampak terhadap kesehatan manusia dan hewan secara umum. Penilaian risiko sampah yang dibawa pesawat internasional sebagai pembawa risiko masuknya penyakit ke Indonesia belum pernah dilakukan. Untuk itu, penelitian ini bertujuan mengidentifikasi *biological pathway* dari masuknya patogen melalui sampah internasional tersebut dan cara pencegahannya.

## MATERI DAN METODE

### Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di Terminal 2D Internasional Bandara Internasional Soekarno Hatta Jakarta pada bulan Februari-Agustus 2018.

### Metode Penelitian

Observasi dan wawancara dilakukan pada petugas dan pegawai yang bertanggung jawab terhadap sampah internasional (SI) sejak turun dari pesawat hingga dimusnahkan di tempat pemusnahan. Observasi meliputi proses pembersihan pesawat, pengangkutan sampah dari pesawat ke tempat sampah di apron, pengangkutan sampah dari apron ke insinerator dan pemusnahan sampah di insinerator. Selain itu juga dilakukan observasi di perusahaan katering yang mengelola sampah sisa makanan di pesawat. Wawancara dilakukan pada instansi terkait yang bertanggung jawab terhadap SI di BISH. Isi wawancara antara lain bagaimana perlakuan khusus yang diberikan ke SI serta proses pengangkutan SI ke tempat pemusnahan akhir.

## HASIL

Berdasarkan observasi yang telah dilakukan, didapatkan hasil bahwa sisa makanan dari pesawat tidak seluruhnya diturunkan di apron. Sebagian sisa makanan dibawa ke perusahaan katering langsung dari dapur pesawat menggunakan kendaraan khusus, tanpa terlebih dahulu diturunkan di apron. Pengambilan sampel juga dilakukan di perusahaan katering, tidak hanya di apron Terminal 2D. Wawancara dilakukan pada tiga instansi terkait yang menangani sampah bandara (Balai Besar Karantina Pertanian Soekarno Hatta, PT. Angkasa Pura II, dan Otarita Bandara), empat perusahaan pengelola sampah bandara, 19 perusahaan penerbangan internasional, dua perusahaan katering yang memasok makanan ke pesawat internasional, dan satu perusahaan pemusnah sampah di insinerator.

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara terdapat 3 alur pengelolaan terhadap sampah dari pesawat internasional seperti yang terlihat pada Gambar 3. Alur pertama pembuangan sampah internasional dari pesawat adalah sampah tidak diturunkan dan dibawa kembali ke negara asal. Alur kedua sampah internasional dari pesawat diturunkan dan dikelola oleh bandara, selanjutnya sampah tersebut langsung dibawa ke insinerator yang ada di dalam BISH. Alur ketiga, sampah internasional dari pesawat diturunkan dan dikelola oleh perusahaan yang menangani makanan pesawat (*inflight catering*), selanjutnya dibawa keluar dari BISH, salah satunya ke tempat pembuangan akhir (TPA) yang berada di wilayah Tangerang Banten. Jumlah pesawat yang sampahnya tidak diturunkan, diturunkan dan dikelola pengurus sampah bandara, serta diturunkan dan dikelola katering disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Jumlah pesawat di terminal 2D BISH (selama masa pengamatan)

Tindakan terhadap sampah	Jumlah Pesawat
Sampah tidak diturunkan	15
Sampah diturunkan (diambil sampel)	24
Sampah diturunkan oleh katering bandara	14
Total	53

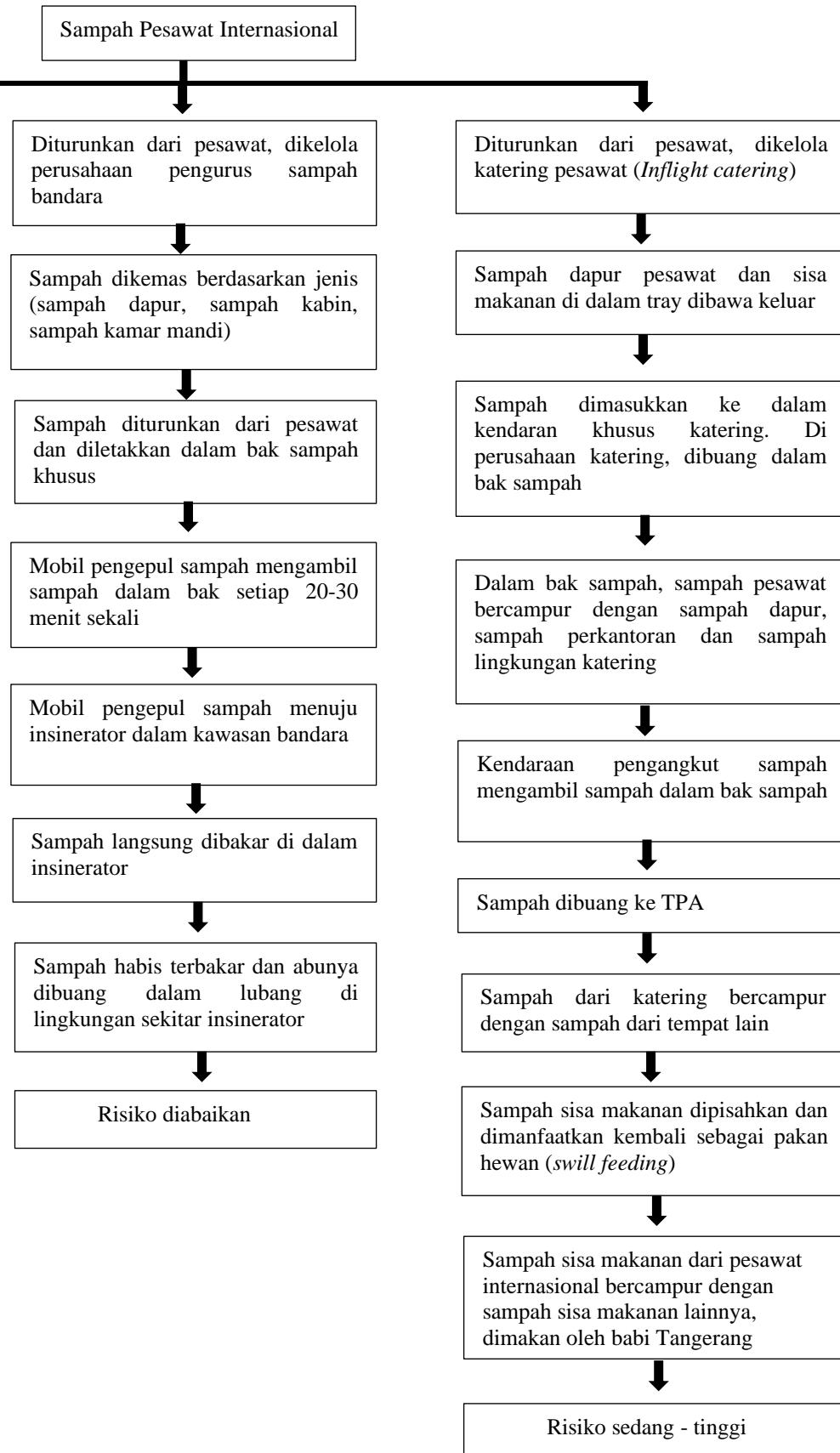
Berdasarkan hasil pengamatan dan wawancara untuk sampah internasional yang dibawa ke insinerator, disortir terlebih dahulu. Bahan yang sekiranya mengandung limbah bahan berbahaya dan beracun (B3) atau bahan kaleng/kaca dipisahkan dan ditaruh bersama limbah B3 lainnya, untuk selanjutnya dimusnahkan sesuai ketentuan limbah B3. Setiap hari sampah internasional sejumlah 7-10 truk dimusnahkan di insinerator. Terdapat 7 insinerator yang bekerja secara bergantian selama 24 jam saat ini di BISH.

Berdasarkan hasil pengamatan dan wawancara dengan perusahaan katering, didapatkan hasil bahwa sampah dari katering dibuang ke TPA Rawa Kucing Tangerang, dan dikelola oleh 2 perusahaan yang berbeda. Informasi lebih lanjut didapatkan, bahwa sampah internasional tersebut tidak mendapatkan perlakuan khusus sebelum dibawa keluar dari BISH, selain itu, sampah internasional dicampur dengan sampah dapur, sampah lingkungan dan perkantoran di area perusahaan katering.



- Tidak turun dari pesawat  
 Sampah internasional negara  
 Sampah dikemas berdasarkan jenis (sampah dapur, sampah kabin, sampah kamar mandi)  
 Sampah diturunkan dari pesawat dan diletakkan dalam bak sampah khusus  
 Mobil pengepul sampah mengambil sampah dalam bak setiap 20-30 menit sekali  
 Sampah langsung dibakar di dalam insinerator  
 Sampah habis terbakar dan abunya dibuang dalam lubang di lingkungan sekitar insinerator  
 Risiko diabaikan
- Diturunkan dari pesawat, dikelola perusahaan pengurus sampah bandara  
 Sampah diturunkan dari pesawat dan diletakkan dalam bak sampah khusus  
 Sampah dimasukkan ke dalam kendaraan khusus catering. Di perusahaan catering, dibuang dalam bak sampah
- Diturunkan dari pesawat, dikelola katering pesawat (*Inflight catering*)  
 Sampah dapur pesawat dan sisa makanan di dalam tray dibawa keluar  
 Dalam bak sampah, sampah pesawat bercampur dengan sampah dapur, sampah perkantoran dan sampah lingkungan catering
- Kendaraan pengangkut sampah mengambil sampah dalam bak sampah  
 Sampah dibuang ke TPA  
 Sampah dari katering bercampur dengan sampah dari tempat lain  
 Sampah sisa makanan dipisahkan dan dimanfaatkan kembali sebagai pakan hewan (*swill feeding*)  
 Sampah sisa makanan dari pesawat internasional bercampur dengan sampah sisa makanan lainnya, dimakan oleh babi Tangerang
- Risiko sedang - tinggi
- a. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah  
 b. Pengutipan tidak menggunakan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Gambar 3 Alur pengelolaan sampah internasional di BISH



## PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengamatan, sampah pesawat yang memiliki risiko terendah dalam hal penyebaran penyakit di Indonesia adalah sampah yang dibawa kembali ke negara asal. Sampah tidak diturunkan dari pesawat. Petugas pembersih hanya membersihkan pesawat tanpa membawa turun sampah. Sampah dari dapur pesawat juga tidak diambil oleh penyedia katering bandara. Umumnya pesawat yang melakukan hal seperti ini adalah pesawat dengan jarak terbang singkat, walau ada juga pesawat yang memiliki jarak terbang yang cukup lama. Perusahaan penerbangan dengan jarak terbang lama dan tidak menurunkan sampah di BISH menyatakan bahwa sesuai dengan SOP perusahaan, mereka tidak diperkenankan menurunkan sampah di negara tujuan.

Untuk pesawat yang menurunkan sampah, sampah tersebut terdiri atas sampah kabin dan sampah katering. Kedua jenis sampah ini dimasukkan dalam kantong plastik yang terpisah. Sampah dari kamar mandi juga dimasukkan dalam kantong tersendiri. Ketiga jenis kantong plastik ini berdasarkan aturan, harusnya dimasukkan ke dalam bak khusus sampah internasional, tetapi beberapa kali petugas terlihat memasukkan sampah internasional tersebut ke bak sampah untuk peruntukan lain. BISH telah menyediakan berbagai jenis bak sampah sesuai peruntukannya seperti yang terlihat pada Gambar 4, yaitu bak sampah untuk sampah dari pesawat internasional, untuk pesawat domestik, serta untuk sampah lingkungan sekitar *apron* (sampah *outdoor*).



Gambar 4 Bak sampah penerbangan internasional dan domestik

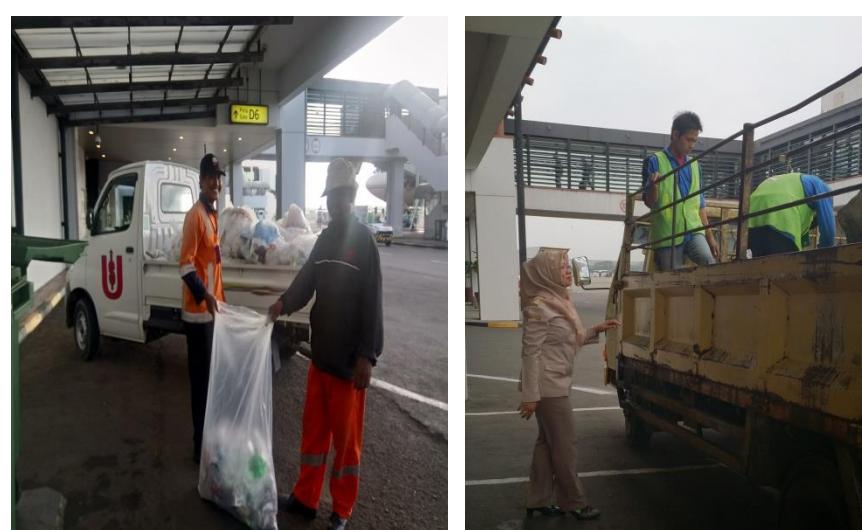
Sampah yang telah berada di dalam bak sampah kemudian dibawa oleh kendaraan pengumpul sampah seperti yang terlihat pada Gambar 5 dan 6, dan selanjutnya sampah diangkut ke insinerator di dalam kawasan bandara. Truk yang digunakan untuk mengangkut sampah dari pesawat internasional dibedakan dengan truk pengangkut sampah pesawat domestik maupun sampah lingkungan *apron*. Instalasi pemusnah sampah bandara berjarak kurang lebih 5 km dari terminal 2D. Pemusnahan terhadap sampah-sampah tersebut dilakukan pada hari yang sama. Pengangkutan sampah dari bak sampah di *apron* dilakukan setiap 15-30 menit

sekali. Tidak terlihat bak sampah dibuka oleh petugas yang berwenang. Truk sampah dilengkapi dengan terpal penutup yang segera diikatkan setiap selesai pengambilan sampah dari bak.

Peletakan kantung plastik berisi sampah dari pesawat internasional harus dilakukan pada bak sampah internasional untuk meminimalisir risiko petugas salah mengambil sampah. Saat pengamatan, terlihat beberapa kali petugas pembersih pesawat meletakkan sampah dari pesawat internasional ke bak sampah *outdoor*. Terdapat risiko sampah internasional diperlakukan sama seperti sampah *outdoor*, yaitu dicampur dengan sampah dari lingkungan apron dan akhirnya dibuang ke tempat pembuangan akhir di luar BISH. Saat pengamatan di terminal 3, sampah dari pesawat internasional diletakkan dalam bak sampah *outdoor* seperti yang terlihat pada Gambar 5.



Gambar 5 Truk pengangkut sampah Terminal 3, sampah dimasukkan ke dalam bak sampah *outdoor* (tidak sesuai aturan)



Gambar 6 Truk pengangkut sampah Terminal 2D

Sampah yang dibawa ke insinerator langsung dimusnahkan pada hari yang sama. Berdasarkan pengamatan awal, didapatkan hasil bahwa kantong plastik tidak dibuka terlebih dahulu, namun langsung dimasukkan ke dalam insinerator, sehingga mengurangi kemungkinan sampah mencemari lingkungan sekitar. Pengamatan akhir dengan selang waktu yang berbeda, menunjukkan bahwa sampah kaleng dan kaca dikeluarkan dari kantong plastik dan ditempatkan bersama limbah B3. Pembukaan kantong plastik untuk memisahkan kaleng dan kaca tersebut menimbulkan risiko pencemaran sampah internasional pada tanah di lingkungan insinerator. Selanjutnya sampah kaleng dan kaca dimusnahkan sesuai ketentuan limbah B3. Sampah non kaleng dan kaca dimusnahkan langsung pada saat itu juga. BISH memiliki 7 insinerator yang bekerja bergantian selama 24 jam. Setiap hari sejumlah 7-10 truk mengangkut sampah internasional untuk dimusnahkan. Proses pembakaran sampah di insinerator diperlihatkan pada Gambar 7.



Gambar 7 Proses pembakaran sampah di insinerator BISH

Risiko tertinggi dimiliki oleh sampah yang dikelola pihak katering bandara, dikarenakan sampah tersebut dibawa keluar bandara, dan salah satunya dibawa ke tempat pembuangan sampah akhir (TPA), yaitu TPA Rawa Kucing Tangerang. TPA tersebut berjarak kurang lebih 15 km dari BISH. Sampah dari *tray* makanan dan sampah dapur pesawat dibawa ke perusahaan katering. Kedua jenis sampah tersebut selanjutnya dicampur menjadi satu dengan sampah dapur katering, sampah lingkungan dan sampah perkantoran seperti yang terlihat pada Gambar 8. Bermacam jenis sampah tersebut dibawa oleh truk sampah keluar bandara tanpa diberi perlakuan khusus. Selama masa pengamatan, terlihat bahwa sampah dari *tray* langsung dibuang ke tempat sampah tanpa memilihnya terlebih dahulu. Sampah dari dapur pesawat yang berada di dalam kantong plastik tidak dibuka.

Membuang sampah sisa katering pesawat ke tempat pembuangan akhir atau *landfill* adalah cara termudah, tetapi memiliki dampak lingkungan yang paling tinggi (Blanca-Alcubilla *et al.* 2019). Sampah dalam bisnis katering dikategorikan menjadi sampah sisa produksi dan sampah sisa makanan konsumen. Sampah sisa produksi berasal dari produksi yang berlebih akibat salah perkiraan jumlah porsi

atau kesalahan staf dalam mempersiapkan makanan. Sedang sisa makanan konsumen berasal dari sisa-sisa makanan yang tidak dikonsumsi oleh konsumen. Jumlah sampah sisa makanan konsumen mengambil proporsi lebih besar (Ross 2015).



Gambar 8 Penanganan sampah di perusahaan katering

Berdasarkan wawancara dengan pihak katering bandara, sampah sisa makanan diserahkan pengelolaannya ke perusahaan yang telah ditunjuk. Oleh perusahaan tersebut, sampah dari pesawat internasional sebelum dibuang, disortir terlebih dahulu, kemudian dicampur dengan sampah lain dan sebagian dimanfaatkan kembali. Sampah yang terburai dan dimanfaatkan kembali dalam perjalannya menuju TPA akan membawa risiko tersebarnya penyakit ke lingkungan. Beberapa tempat di Tangerang merupakan daerah peternakan babi. Babi-babi tersebut biasanya diberi pakan sisa-sisa makanan yang berasal dari rumah makan di sekitar peternakan tersebut. Belum ada data yang pasti, apakah sisa makanan pesawat yang dibuang oleh katering tersebut juga dimanfaatkan oleh peternak babi untuk pakan ternak.

Berdasarkan hasil penelitian dari bab sebelumnya, sampah pesawat yang diambil selama masa pengamatan mengandung 6 jenis bakteri yaitu *Enterobacter cloaca*, *Ochrobactrum anthropi*, *Ewingella americana*; *Providencia rettgeri*, *Chronobacter spp*, dan *Salmonella enterica* serovar Typhimurium. Selain itu beberapa isolat bakteri tersebut diketahui bersifat resistan terhadap antibiotik.

Kerangka skenario penilaian pendedahan untuk alur pertama, sampah tidak diturunkan dari pesawat internasional dan dikembalikan ke negara asal. Risiko pendedahan dari alur pertama ini rendah dan dapat diabaikan.

Hasil yang didapat pada alur kedua, sampah diturunkan dari pesawat internasional, kemudian dimusnahkan di insinerator yang berada di dalam kawasan bandara. Hasil yang dapat dilihat pada saat penelitian ini, tindakan yang dilakukan oleh pihak Otorita Bandara adalah: (1) Otorita Bandara telah melakukan pengawasan, (2) Otorita Bandara telah melakukan sosialisasi penerapan pengelolaan sampah yang benar. Fakta yang didapat berdasarkan hasil pengamatan, terdapat petugas pembersih pesawat yang melakukan tugas tidak sesuai aturan. Tindakan yang dilakukan Balai Besar Karantina Pertanian Soekarno Hatta (BBKPSH): (1) BBKPSH belum melakukan pengawasan terhadap proses pembuangan sampah dari apron ke insinerator, (2) BBKPSH belum melakukan pengambilan sampel sampah internasional di apron untuk uji laboratorium. Fakta yang didapat berdasarkan hasil

pengamatan, sampah internasional yang dibawa ke insinerator, seluruhnya dimusnahkan. Berdasarkan hal tersebut di atas, risiko pendedahan dari alur kedua dapat dikatakan rendah dan dapat diabaikan.

Hasil yang didapat pada alur ketiga adalah sampah dikelola oleh katering pesawat dan dibawa keluar dari BISH. Perlakuan sampah dari pesawat internasional belum diketahui secara pasti. Informasi dari petugas katering, sampah tersebut dipilah terlebih dahulu, bagian yang masih bisa dimanfaatkan, akan dimanfaatkan kembali. Bagian yang tidak dapat dimanfaatkan seperti sampah basah sisa makanan tidak didapatkan informasi yang pasti mengenai tindakan yang dilakukan. Terdapat kemungkinan sampah tersebut dimanfaatkan sebagai pakan hewan. Tindakan yang dilakukan oleh pihak Otorita Bandara adalah: (1) Otorita Bandara telah melakukan pengawasan, (2) Otorita Bandara telah melakukan sosialisasi penerapan pengelolaan sampah yang benar. Faktanya, pihak katering bandara belum memperlakukan sampah internasional sesuai peraturan. Tindakan yang dilakukan BBKPSH: (1) BBKPSH belum melakukan pengawasan terhadap proses pengangkutan dan pembuangan sampah dari perusahaan katering keluar BISH, (2) BBKPSH belum melakukan pengambilan sampel sampah internasional di perusahaan katering untuk uji laboratorium, (3) BBKPSH belum melakukan tindakan karantina sesuai peraturan. Faktanya, perlakuan yang diberikan terhadap sampah internasional diluar Kawasan BISH tidak diketahui, sehingga risiko pendedahan dari alur ketiga dapat dikatakan sedang sampai tinggi.

Berdasarkan uraian alur pembuangan sampah internasional di atas, risiko pendedahan sedang sampai tinggi dapat terjadi pada sampah pesawat yang dikelola oleh katering pesawat. Hingga saat ini, informasi tentang perlakuan sampah yang dibawa keluar BISH belum didapatkan. Terdapat risiko sampah sisa makanan dari pesawat internasional dimanfaatkan sebagai pakan hewan, sehingga risiko penularan penyakit seperti PMK dan ASF dapat terjadi.

Sampah dari pesawat internasional yang mendarat di bandara Amerika Serikat, terutama pesawat dari negara tertular penyakit mulut dan kuku (PMK) harus dimusnahkan tanpa kecuali. Sampah tersebut meliputi daging dan produknya, susu (segar, pasteurisasi, kondensasi), produk susu (keju, krim, yoghurt), telur, termasuk buah dan sayuran (USDA 2015). *Japan Airlines* (JAL) memberlakukan hal yang sama. Seluruh sisa makanan dari penerbangan internasional yang masuk di bandara Jepang, dimusnahkan dalam insinerator tanpa kecuali (JAL 2018). KLM sebagai *flight carrier* negara Belanda menerapkan bahwa 100% makanan katering pesawatnya harus dimusnahkan dalam insinerator, tidak ada yang masuk ke tempat pembuangan akhir (KLM 2017).

Di Uni Eropa (EU), sampah katering dari pesawat internasional sesama negara EU tidak dianggap berisiko tinggi, tetapi bila berasal dari negara *non-EU*, maka sampah katering tersebut dianggap sebagai sampah yang mengandung sisa makanan dari hewan dan produknya. Sampah katering tersebut diasumsikan memiliki risiko potensial menyebarkan penyakit yang dapat mengancam hewan dan manusia, apabila tidak dimusnahkan sesuai aturan (Blanca-Alcubilla *et al.* 2019).

Wawancara lebih lanjut dengan pihak katering bandara, peraturan yang terkait dengan pembuangan sampah dari pesawat internasional telah diketahui, tetapi pelaksanaannya belum dilakukan. Pihak Otorita Bandara belum memberikan solusi terbaik dalam penanganan sampah sisa makanan pesawat dalam jumlah yang cukup besar dari perusahaan katering tersebut. Menurut aturan, sampah tersebut



harus dimusnahkan di dalam insinerator bandara, tetapi terdapat kendala dalam pengangkutan sampah dari perusahaan katering ke kawasan insinerator.

Penegakan aturan yang terkait dengan sampah pesawat internasional harus lebih ditegaskan oleh instansi terkait di BISH. BISH telah berusaha menerapkan aturan, tetapi pelaksanaannya sering diabaikan. Aturan yang terkait dengan pengelolaan sampah internasional oleh petugas pelaksana di lapangan harus dipahami dan dilaksanakan dengan benar.

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengamatan di BISH, terdapat 3 alur pembuangan sampah dari pesawat internasional, yaitu tidak diturunkan dan dikembalikan ke negara asal; sampah internasional diturunkan dan dikelola Otorita bandara, kemudian dimusnahkan di insinerator; sampah internasional diturunkan dan dikelola katering bandara, kemudian dibuang di TPA Rawa Kucing Tangerang. Risiko terbesar penularan penyakit dari sampah internasional ke manusia, hewan dan lingkungan terdapat pada sampah yang dikelola oleh katering bandara. Aturan tentang pengelolaan sampah bandara telah ada, hanya penerapannya belum maksimal. Dibutuhkan sosialisasi dari seluruh pihak terkait, terutama kepada pelaksana yang terkait langsung dengan penanganan sampah internasional.

## 5 PEMBAHASAN UMUM

Sampah internasional merupakan sampah yang berasal dari pesawat internasional. Sampah internasional harus dikelola secara khusus dan dipisahkan dari jenis sampah lain serta dimusnahkan. Pengelolaan sampah internasional dalam pelaksanaannya belum sepenuhnya sesuai aturan yang ada, sehingga terdapat bahaya sampah internasional sebagai penyebar penyakit pada manusia, hewan, tumbuhan dan lingkungan. Penelitian ini menemukan bukti bahwa 67.95% sampel sampah internasional dari Terminal 2D BISH, positif terhadap *Enterobacteriaceae*. Selain itu sampel yang diambil juga terbukti resistan terhadap 2 golongan antibiotik (fluorokuinolon dan sefaloftorin).

Berbagai jenis *Enterobacteriaceae* yang diisolasi dari berbagai sampel sampah pesawat asal hewan akan berpengaruh pada ekologi mikroba pada lingkungan saat masuk ke rantai makanan. Baylis *et al.* (2011) menyatakan bahwa adanya kondisi yang mendukung pertumbuhan bakteri-bakteri tersebut. Antara lain (1) faktor intrinsik (keasaman/pH, kadar air, dan substansi antimikroba alami), (2) faktor ekstrinsik (temperatur, kelembaban relatif, tekanan atmosfer), (3) dan kondisi implisit (interaksi dengan populasi mikroba lain, berhubungan dengan produk makanan tertentu, strain bakteri tertentu). Telah diketahui bahwa strain dari *E. coli*, *Salmonella* dan *Cronobacter* dapat bertahan hidup pada kondisi ekstrim, sehingga dapat ditemukan di makanan yang mudah rusak dan makanan olahan yang disimpan dalam jangka waktu lama.

Ditemukannya beberapa bakteri termasuk bakteri yang patogen pada manusia di sampah internasional memberikan gambaran tentang adanya bahaya pada sampah ini bila tersebar di lingkungan. Penemuan bakteri tersebut dapat menjadi indikasi bahwa sampah internasional dapat menjadi sumber potensial penularan *Enterobacteriaceae* dan bakteri tular pangan lainnya, termasuk bakteri tular pangan yang bersifat zoonotik. Canadian Food International Agency (2012) menyatakan adanya risiko penularan dan penyebaran penyakit pada hewan dan tumbuhan melalui sisa makanan dari sampah internasional, menyebabkan sampah internasional tidak diperkenankan turun dari pesawat/kapal internasional.

Risiko masuknya penyakit, seperti *African swine fever* (ASF) dan penyakit mulut dan kuku (PMK) dari negara tertular ke negara bebas melalui sampah pesawat maupun kapal laut didiskusikan oleh Mur *et al.* (2012). ASF dan PMK merupakan ancaman bagi peternak di Uni Eropa. Beberapa kasus wabah yang terjadi berasal dari *strain* yang tidak ditemui di daratan Uni Eropa dan diduga berasal dari pemasukan daging dan produknya tanpa melalui prosedur impor resmi (Jansen *et al.* 2019). Daging babi dan produknya mengandung risiko menularkan penyakit ASF, PMK, *classical swine fever*, dan *swine vesicular disease* (Pharo dan Cobb 2011). Sehingga dapat dikatakan bahwa sisa makanan yang berasal dari daging babi dan produknya memiliki risiko yang sama. ASF sendiri belum terdapat di Indonesia.

Beberapa negara yang tertular ASF, memiliki penerbangan langsung ke Indonesia. Cina, Hongkong, dan Filipina, Timor Leste sebagai negara terakhir yang tertular, memiliki penerbangan langsung ke Indonesia. Masuknya daging babi dan olahannya melalui barang bawaan penumpang yang tidak dilaporkan ke petugas





bandara juga membawa risiko yang besar. Selain itu, daging babi dan produknya yang dikonsumsi di pesawat tidak diketahui asal usulnya, sisa makanan asal daging babi dan produknya juga tidak diketahui asal-usulnya, sehingga terdapat risiko tinggi masuknya ASF ke Indonesia. ASF merupakan hama penyakit hewan karantina (HPHK) golongan I, yaitu penyakit dengan sifat dan potensi penyebaran penyakit yang serius dan cepat, belum diketahui cara penanganannya, belum terdapat di suatu area atau wilayah negara Republik Indonesia. Penggolongan ini berdasarkan Keputusan Menteri Pertanian Nomor 3238/Kpts/PD.630/9/2009 tentang penggolongan jenis hama penyakit hewan karantina.

Identifikasi jalur penerbangan dari negara tertular ASF ke BISH dapat dilihat pada Tabel 8 berikut ini.

Tabel 8 Identifikasi jalur penerbangan dari negara tertular ASF ke BISH (Barantan 2019)

No	Negara Wabah ASF	Rute Penerbangan
1	China	Penerbangan langsung
2	Hongkong	Penerbangan langsung
3	Manila	Transit
4	Zimbabwe	Transit
5	Ukraina	Transit
6	Laos	Transit
7	Myanmar	Transit
8	Moldova	Transit
9	Serbia	Transit
10	Rusia	Transit
11	Slovakia	Tidak ada
12	Austria	Transit
13	Bulgaria	Transit
14	Kamboja	Transit
15	Korea Utara	Tidak ada
16	Hungaria	Transit
17	Vietnam	Transit
18	Romania	Transit
19	Polandia	Transit
20	Mongolia	Transit

Penyakit mulut dan kuku (PMK) merupakan penyakit endemis di Kamboja, Laos, Malaysia, Myanmar, Filipina, Thailand dan Vietnam, Tiga negara di Asia Tenggara masih bebas dari PMK yaitu negara Brunei, Singapura dan Indonesia (Gleeson 2002). PMK menyerang sapi, kerbau, babi, domba, kambing dan rusa. Penyakit ini dapat mewabah melalui *swill feeding*, yaitu sisa makanan yang mengandung virus PMK, dari produk hewan asal sampah pesawat atau kapal laut internasional, yang dimanfaatkan sebagai pakan ternak. Pada produk hewan virus PMK ini dapat bertahan hidup dalam periode yang lama, seperti pada limpa beku atau dingin, sumsum tulang, daging segar yang diasinkan (*curing*), kulit garaman, susu yang tidak dipasteurisasi, dan beberapa produk asal susu lainnya (FAO 2017).

Beberapa negara tertular PMK di kawasan Asia Tenggara memiliki penerbangan langsung ke BISH, seperti dari negara Malaysia, Thailand, Philipina,



Vietnam. Untuk itu terdapat risiko masuknya PMK melalui sampah sisa makanan pesawat dari negara-negara tersebut. PMK termasuk HPHK golongan I, berdasarkan Keputusan Menteri Pertanian Nomor 3238/Kpts/PD.630/9/2009 tentang penggolongan jenis hama penyakit hewan karantina.

ASF merupakan penyakit yang disebabkan oleh virus dengan tingkat kematian tinggi pada babi yang terkena. ASF dapat menular melalui kontak tidak langsung dari babi dan produk asal babi. Virus ASF dapat bertahan hidup dalam waktu lama, hingga 1000 hari di dalam makanan beku, 1 bulan di kandang tercemar, dan 15 minggu di sampel darah murni yang disimpan dalam suhu ruang. Masa hidup virus yang lama ini yang menyebabkan adanya risiko tertularnya babi dari sisa-sisa daging babi dan produk asal babi dari daerah tertular yang digunakan sebagai pakan babi di daerah bebas. Rute penularan melalui sisa makanan tersebut merupakan hipotesa masuknya ASF ke dataran Eropa terutama Portugis (1957), Kuba (1971) dan Brazil (1978), Belgia (1985) dan yang terakhir Georgia US (2007) (Mur *et al.* 2012).

ASF pertama kali dilaporkan di Georgia UK pada tahun 2007 dan disebarluaskan melalui sampah internasional dari kapal asal Mozambik. Sampah yang tidak terbuang dengan baik dikomsumsi oleh babi liar dan menyebar ke babi ternak serta menyebarkan wabah. Wabah meluas hingga ke daratan Rusia. Sampah internasional telah menjadi penyebab tersebarnya ASF ke negara Uni Eropa hingga Portugal pada tahun 1957, Malta tahun 1978 dan Sardinia tahun 1978. Sejak pelarangan pemakaian sisa makanan dari pesawat sebagai pakan ternak babi pada tahun 2001, kasus ASF tidak ditemukan lagi di Uni Eropa. SI dari luar Uni Eropa diklasifikasikan sebagai sisa makanan asal hewan kategori 1 yang mewajibkan seluruh sisa makanan tersebut dimusnahkan tanpa kecuali, termasuk sisa makanan yang dikomsumsi oleh kru kabin dan penumpang. Untuk sisa makanan dari sesama negara Uni Eropa diklasifikasikan sebagai kategori 2 yang perlakuanannya tidak seketal kategori 1. Tetapi Inggris tetap memperlakukan sisa makanan asal Uni Eropa sama seperti asal negara non Uni Eropa, dimusnahkan tanpa kecuali (UK Gov 2019).

Sampah kabin menurut IATA, terdiri dari *cleaning waste* dan *catering waste*. *Cleaning waste* berasal dari penumpang, seperti koran, *paper towel*, botol plastik, makanan bawaan, *amenity kits*, dan plastik bungkus selimut, bantal dan *headset*. *Cleaning waste* juga berasal dari sampah yang ada di kamar mandi pesawat. *Catering waste* berupa sisa *inflight meal*, makanan kecil dan minuman yang disajikan ke penumpang, serta yang diletakkan dalam *tray* dan tempat sampah di dapur pesawat. Penumpang pesawat dapat meninggalkan sampah seberat 0.82-2.5 kg atau rerata 1.43 kg per orang, tergantung pada jarak dan waktu perjalanan. Dari jumlah tersebut, 23% adalah sisa makanan yang tidak dimakan penumpang, dan 17% adalah sampah yang dapat didaur ulang (plastik, botol, koran bekas). Beberapa perusahaan penerbangan menerapkan kebijakan berbeda dalam mengelola *cabin waste*. Beberapa perusahaan menyerahkan sepenuhnya kepada perusahaan pembersih sampah pesawat untuk membersihkan *cleaning waste* dan *catering waste*. Beberapa perusahaan menyerahkan pembersihan kepada dua perusahaan yang berbeda, *cleaning waste* oleh perusahaan pembersih pesawat dan *catering waste* oleh perusahaan katering. Beberapa negara juga telah menerapkan aturan untuk memusnahkan sampah katering pesawat dalam insinerator, dan larangan untuk melakukan daur ulang dan pemakaian kembali (IATA 2014). *Catering waste* berupa



sisa makanan dapat berperan sebagai media pembawa hama penyakit hewan karantina (HPHK) dengan membawa penyakit masuk dan menyebarkannya ke manusia, hewan, dan lingkungan.

Sampah katering yang dibuang keluar dari Kawasan bandara sebenarnya menyalahi aturan yang menyatakan bahwa sampah dari pesawat internasional harus segera dimusnahkan. Pasal 25 Undang-Undang No. 16/1992 tentang Karantina Hewan, Ikan dan Tumbuhan disebutkan bahwa media pembawa lain yang terbawa oleh alat angkut dan diturunkan di tempat pemasukan harus dimusnahkan oleh pemilik alat angkut yang bersangkutan dibawah pengawasan petugas karantina. Pasal 54 Undang-undang Nomor 21 Tahun 2019 tentang Karantina Hewan, Ikan, dan Tumbuhan, ayat 3 dan 4 dinyatakan bahwa pemusnahan sampah internasional harus dilakukan di tempat pemasukan atau pada tempat lain yang telah ditetapkan. Pemusnahan dilaksanakan melalui koordinasi dan bantuan penanggung jawab tempat pemasukan, dalam hal ini BISH.

Pasal 90 Undang-undang Nomor 21 Tahun 2019 tentang Karantina Hewan, Ikan, dan Tumbuhan menyatakan setiap penanggung jawab alat angkut yang tidak melaksanakan pemusnahan Media Pembawa sebagaimana dimaksud dalam Pasal 54 dipidana dengan pidana penjara paling lama 6 (enam) tahun dan pidana denda paling banyak Rp. 60000000000 (enam miliar rupiah).

Pasal 56 Peraturan Pemerintah No. 82/2000 tentang Karantina Hewan, tentang tindakan karantina terhadap media pembawa lain, dijelaskan bahwa: (1) media pembawa lain berupa sampah, sisa makanan penumpang, kotoran, sisa pakan dan bangkai hewan yang diturunkan dari alat angkut di tempat pemasukan atau tempat transit, harus dimusnahkan oleh penanggung jawab alat angkut dibawah pengawasan petugas karantina, (2) Media pembawa lain berupa sisa makanan atau produk yang tidak memenuhi persyaratan karantina yang terlanjur dibawa oleh penumpang ke tempat pemasukan, harus dibuang pada kotak sampah karantina. (3) Pemusnahan sampah sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) dan ayat (2) harus dilakukan di dalam wilayah tempat pemasukan. (4) Ketentuan-ketentuan sebagaimana dimaksud dalam ayat (1), ayat (2) dan ayat (3), dilaksanakan melalui koordinasi dan bantuan penanggung jawab tempat pemasukan. (5) Media pembawa berupa peralatan bekas dan peralatan orang yang diduga berpotensi membawa dan menyebarkan hama penyakit hewan karantina diberikan perlakuan.

Penjelasan Pasal 56 ayat 5, PP No.82/2000 menyebutkan bahwa media pembawa lain berupa peralatan bekas dan peralatan orang yang dimaksud merupakan peralatan bekas pakai media pembawa HPHK antara lain seperti pelana, brongsong dan bekas kemasan daging, sedangkan peralatan orang antara lain berupa sepatu, alas kaki, pakaian kerja peternak atau perawat hewan atau orang yang sehari-harinya berhubungan dengan media pembawa.

Peraturan Pemerintah No.71/1996 tentang Kebandarudaraan, Bab XI tentang fasilitas pengelolaan limbah di Bandar Udara, Pasal 47 ayat (1) menyebutkan pada setiap bandar udara wajib disediakan fasilitas pengelolaan limbah sebagai akibat pengoperasian bandar udara dan/atau pesawat udara untuk mencegah terjadinya pencemaran. Peraturan Pemerintah No. 69 tahun 2001 tentang Kepelabuhanan, Bab XIII tentang fasilitas penampungan limbah di pelabuhan, Pasal 69 ayat (1) menyebutkan bahwa pelabuhan umum dan pelabuhan khusus wajib dilengkapi dengan fasilitas penampungan limbah atau bahan lain dari kapal yang menyebabkan pencemaran.



Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 54 Tahun 2017 tentang pengelolaan limbah dan zat kimia pengoperasian pesawat udara dan bandar udara menyebutkan, bahwa limbah dan zat kimia yang ditimbulkan dari penerbangan internasional, pengelolaannya harus dikelola secara khusus dengan efisien, sehat, dan aman agar tidak membahayakan kesehatan orang, hewan, dan tumbuhan melalui pemusnahan (*removal*) dan pembuangan (*disposal*). Sedangkan limbah dan zat kimia yang ditimbulkan dari penerbangan domestik, pengelolaannya dapat diintegrasikan dengan pengelolaan dari sumber lainnya di bandara. Pewadahan dan pemindahan limbah dan zat kimia dari penerbangan internasional harus dibedakan dan dipisahkan dengan pewadahan dan pemindahan limbah dan zat kimia yang ditimbulkan dari sumber lainnya. Pewadahan dan pemindahan limbah dan zat kimia yang ditimbulkan dari penerbangan internasional harus efisien, sehat dan aman.

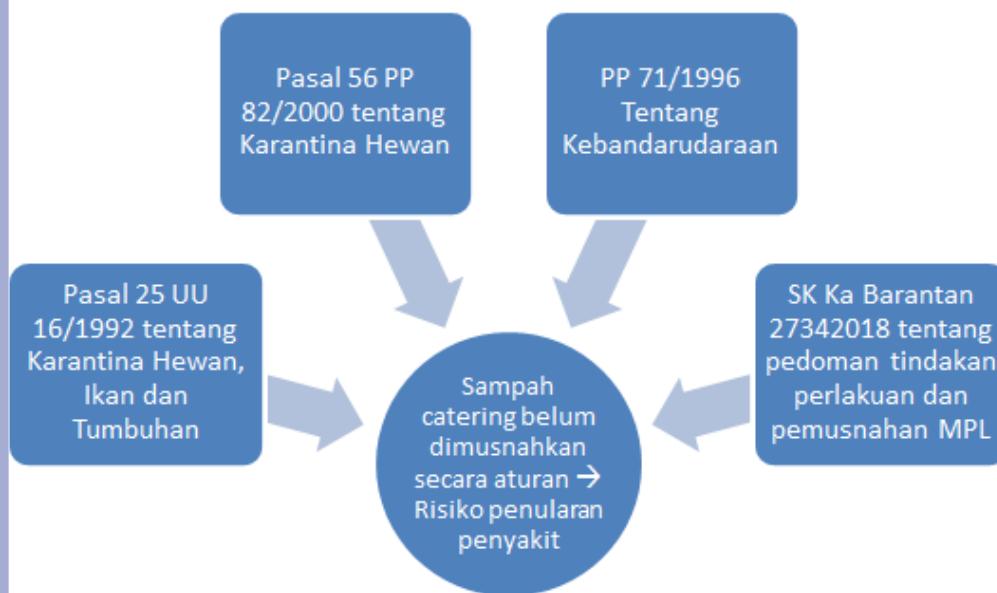
Menurut *United State Departement of Agriculture* (USDA 2012), sampah internasional yang dapat didaur ulang hanyalah kaleng aluminium, gelas atau plastik yang tidak digunakan untuk tempat susu dan produknya. Tindakan sterilisasi dan pembakaran diperlukan untuk sampah yang digunakan untuk susu dan produknya tersebut. Untuk sampah lain seperti karton dapat didaur ulang bila tidak digunakan atau bersentuhan langsung dengan hewan atau produk hewan. Sampah yang dapat didaur ulang ini juga harus terpisah dengan limbah sisa makanan.

Hasil analisa risiko pemasukan sampah katering pesawat dari Cina yang dilakukan oleh Badan Karantina Pertanian adalah: (1) pemasukan sampah katering pesawat dari Cina dinilai memiliki risiko terhadap PMK sedang dengan nilai ketidakpastian sedang untuk analisa risiko selama 2 tahun ke depan, (2) Estimasi risiko ini dapat diartikan bahwa kejadian PMK mungkin terjadi melalui pemasukan sampah katering pesawat dari Cina ke Indonesia, (3) nilai ketidakpastian sedang pada hasil estimasi risiko didukung dengan beberapa data yang tidak lengkap, bukti disajikan pada pustaka yang terbatas dengan kesimpulan penulis bervariasi satu sama lain (Prastanti dan Haeriah 2019).

Badan Karantina Pertanian saat ini telah menerbitkan ketentuan yang mengatur penanganan sampah karantina berupa sisa katering pesawat dan sisa makanan penumpang, serta hasil ikutan pengangkutan hewan melalui pesawat udara dalam Surat Keputusan Kepala Barantan no. 2734/kpts/kr.020/k/12/2018 tentang pedoman tindakan perlakuan dan pengawasan pemusnahan media pembawa lain yang diturunkan dari pesawat udara, yang akan ditindaklanjuti dengan penyusunan MOU antara Barantan dengan instansi terkait di bandara.

Berdasarkan aturan-aturan yang disebutkan di atas, sampah dari pesawat internasional harus diperlakukan khusus, dipisahkan dari sampah lain serta segera dimusnahkan. Hal ini untuk menghindari masuknya penyakit melalui sampah baik ke hewan maupun manusia. Fakta yang didapat, sampah yang dikelola katering dibuang keluar dari BISH dan terdapat risiko pemanfaatan sisa-sisa makanan tersebut menjadi pakan ternak. Petugas pembersih pesawat sebagian masih belum memahami aturan yang terkait dengan sampah internasional. Petugas terlihat membuang sampah internasional pada bak sampah pesawat domestik dan atau bak sampah lingkungan *apron*. Truk pembawa sampah sampah ke insinerator telah dilengkapi dengan terpal penutup, diberi tulisan khusus untuk sampah internasional, serta hanya mengambil sampah di Kawasan apron penerbangan internasional. Segera setelah truk penuh, truk meluncur ke insinerator. Sampah internasional di insinerator dibuka untuk mengambil sampah kaleng dan kaca, kemudian selebihnya

dimasukkan ke dalam insinerator untuk dimusnahkan. Sampah kaleng dan kaca selanjutnya dimusnahkan sesuai aturan limbah B3.



Gambar 9 Peraturan dan pelaksanaannya

Di lokasi insinerator berada, tempat penerimaan sampah untuk sampah internasional dan domestik dibedakan. Sampah pesawat domestik dipilah-pilah. Bagian yang masih bisa dimanfaatkan, dimanfaatkan kembali. Sedang bagian yang tidak dapat dimanfaatkan dibawa ke TPA di Bantar Gebang Bekasi.

Pengunjung yang masuk kawasan insinerator, harus memiliki ijin. Tidak setiap petugas bandara memiliki akses masuk ke kawasan ini. Pengunjung harus memiliki kartu *pass* khusus, dengan pengawasan ketat oleh aparat keamanan bandara. Kawasan insinerator juga terletak terpisah dengan fasilitas bandara lainnya. Jaraknya dari terminal 2D sekitar 5 km sedangkan dari terminal 3 sekitar 3 km. Saat ini terdapat 7 insinerator yang bekerja selama 24 jam. Jam kerja petugas di insinerator adalah pukul 7.30-16.30 dan pukul 19.00-04.00 WIB.

Belum terlaksananya penerapan aturan terkait sampah internasional di lapangan menunjukkan perlunya sosialisasi kepada seluruh pihak terkait, terutama pihak pelaksana yang berhubungan langsung dengan sampah internasional. Sampah internasional baik sampah kabin maupun sampah katering harus dimusnahkan di dalam insinerator dalam Kawasan bandara segera setelah diturunkan dari pesawat. Hal tersebut dilakukan untuk mencegah penyebaran penyakit ke hewan, masyarakat maupun lingkungan sekitar.

## 6 SIMPULAN DAN SARAN

### SIMPULAN

Enam spesies *Enterobacteriaceae* ditemukan pada sampah internasional dari pesawat yaitu *Enterobacter cloaca*, *Ochrobactrum anthropi*, *Ewingella americana*; *Providencia rettgeri*, *Chronobacter* spp, dan *Salmonella enterica* serovar Typhimurium. Ditemukannya bakteri ini membuktikan bahwa sisa makanan dari sampah internasional berpotensi sebagai kontaminan *Enterobacteriaceae*. Kehadiran *Salmonella* Typhimurium sebagai satu-satunya bakteri patogen yang diisolasi dari *Enterobacteriaceae* dapat menjadi sumber kontaminasi bagi lingkungan.

Isolat *Enterobacteriaceae* yang ditemukan pada sampel pangan asal hewan pada sampah internasional di Bandara Internasional Soekarno Hatta (BISH) memiliki tingkat resistansi terhadap antibiotic cukup tinggi. Isolat *Enterobacteriaceae* tersebut telah mengalami resistansi terhadap 2 golongan antibiotik (38%), 3 golongan antibiotik (10%), dan 4 golongan antibiotik (3%).

Berdasarkan hasil pengamatan di BISH, terdapat 3 alur pembuangan sampah dari pesawat internasional, yaitu tidak diturunkan dan dikembalikan ke negara asal; sampah internasional diturunkan dan dikelola Otorita bandara, kemudian dimusnahkan di insinerator; sampah internasional diturunkan dan dikelola katering bandara, kemudian dibuang di TPA Rawa Kucing Tangerang. Risiko terbesar penularan penyakit dari sampah internasional ke manusia, hewan dan lingkungan terdapat pada sampah yang dikelola oleh katering bandara.

### SARAN

Sampah dari pesawat internasional harus mendapat penanganan khusus yang berbeda dengan sampah dari pesawat domestik maupun sampah lingkungan sekitar bandara, dengan memusnahkan segera sejak diturunkan dari pesawat. Sampah internasional juga harus dipisahkan dari sampah lain sejak diturunkan hingga dimusnahkan. Pemusnahan sampah international di BISH sangat diperlukan untuk mencegah kontaminasi bakteri ke lingkungan, terutama bakteri yang resistan terhadap antibiotik. Menurunkan risiko penyebaran bakteri yang resistan terhadap antibiotik melalui sampah pesawat internasional harus menjadi perhatian pengelola bandara dan penumpang.

Aturan tentang pengelolaan sampah bandara telah ada, hanya penerapannya belum maksimal. Dibutuhkan sosialisasi dari seluruh pihak terkait, terutama kepada pelaksana yang terkait langsung dengan penanganan sampah internasional, untuk memusnahkan sampah internasional di insinerator di dalam bandara. Badan Karantina Pertanian melakukan pengawasan terhadap perlakuan sampah internasional sejak diturunkan hingga dimusnahkan, untuk mencegah penyebaran penyakit yang diakibatkan sampah internasional.



## DAFTAR PUSTAKA

- Abera B, Yitayew G, Amare H. 2016. Salmonella serotype Typhi, Shigella, and intestinal parasites among food handlers at Bahir Dar University, Ethiopia. *J Infect Dev Ctries.* 10(2):121-126. doi: 10.3855/jidc.6890
- Adiati RR, Rahardyan B. 2012. Estimasi kondisi eksisting sebagai dasar rancangan Eco-Airport Bandar Udara Soekarno Hatta. Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan. Bandung (Indonesia): Penerbit ITB Bandung.
- Alonso CA, Kwabugge YA, Anyanwu MU, Torres C, Chah KF. 2017. Diversity of *Ochrobactrum* species in food animals, antibiotic resistance phenotypes and polymorphisms in the *blaOCH* gene. *FEMS Microbiol Letters.* 364(17):1-7. doi:10.1093/femsle/fnx178.
- [AP II] PT. Angkasa Pura II (ID). 2016. Informasi penerbangan Bandara Soekarno Hatta. [Internet]. [Diunduh 2016 Juli 10]. Tersedia pada <http://soekarnohatta-airport.co.id/id/airport/flight-information>
- [API] Analytical Profile Index. 2018. API 20E kit. APIWEB™. BioMe'rieux, Marcy l'Etoile, Franc. [internet]. [diunduh 2018 Juni 5]. Tersedia dari: <https://apiweb.BioMerieux.com/servlet/Authenticate?action=prepareLogin>
- Argudín MD, Deplano A, Meghraoui A, Dodémont M, Heinrichs A, Denis O, Nonhoff C, dan Roisin S. 2017. Review Bacteria from Animals as a Pool of Antimicrobial Resistance Genes. *J Antibiotics MDPI.* 6(12):1-38. doi:10.3390/antibiotics6020012
- [Barantan] Badan Karantina Pertanian. 2019. Pembahasan Upaya Kesiapsiagaan Dini Terhadap Ancaman Masuknya African Swine Fever (ASF) Ke Indonesia. Paparan Kepala Pusat Karantina Hewan-Pusat Karantina Hewan dan Keamanan Hayati Hewani. Jakarta (Indonesia): Barantan Kementerian
- Baylis C, Uyttendaele M, Joosten H, Davies A. 2011. The Enterobacteriaceae and their significance to the food industry. ILSI (International Life Sciences Institute) Europe. ISBN: 9789078637332.
- Beltrán-Alcrudo D, Arias M, Gallardo C, Kramer SA, Penrith ML. 2017. African swine fever: detection and diagnosis - A Manual for Veterinarian. FAO Animal production and health manual No. 19. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). [internet]. [diunduh 2019 September 5]. Tersedia dari: <http://www.fao.org/3/a-i7228e.pdf>
- Bidell MR, Palchak M, Mohr J, Lodise TP. 2016. Fluoroquinolone and third-generation-Cephalosporin resistance among hospitalized patients with urinary tract infection due to *Escherichia coli*: Do rates vary by hospital characteristic and geographic region?. *Antimicrob Agents Chemother.* 60(5):3170-3173. doi: 10.1128/AAC.02505-15
- Blanca-Alcubilla G, Bala A, Hermira JI, De-Castro N, Chavarri R, Perales, R, Barredo I, Fullana-i-Palmer P. 2019. Tackling international airline catering waste management: Life zero cabin waste project. State of the art and first steps. *Detritus Multidisciplinary J for Waste Resources and Residues* (03):159-166. doi:10.31025/2611-4135/2018.13698
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2019. Statistik Transportasi Udara 2018 (Air Transportation Statistik 2018). ISSN: 2598-5604. Katalog: 8303003.

- [internet]. [diunduh 2019 Desember 5]. Tersedia dari: <https://www.bps.go.id/publication/2019/11/27/2ee66ee6da342041f1901fb0/statistik-transportasi--udara--2018.html>
- [BSN] Badan Standardisasi Nasional, Indonesia. 1994. Standar Nasional Indonesia (SNI) 19-3964-1994. Metode pengambilan dan pengukuran contoh timbulan dan komposisi sampah perkotaan. [internet]. [diunduh 2016 Juni 7].
- [BSN] Badan Standardisasi Nasional, Indonesia. 2008. Standar Nasional Indonesia (SNI) 2897:2008 Metode pengujian cemaran mikroba dalam daging, telur dan susu, serta hasil olahannya. [internet]. [diunduh 2016 Juni 7].
- Cancellotti FM. 1995. Aircraft and ship disinfection. OIE (Office International Epizootica). *Rev Sci Tech.* 14 (1): 177-189. PMID: 7548966
- [CLSI] Clinical and Laboratory Standard Institute. 2018. CLSI subcommittee on antimicrobial susceptibility testing Vol 3. [internet]. [diunduh 2017 Juni 20]. Tersedia dari: [https://clsit.org/media/2270/clsit\\_astnewsupdate\\_june2018\\_final.pdf](https://clsit.org/media/2270/clsit_astnewsupdate_june2018_final.pdf).
- [CFIA] Canadian Food International Agency. 2012. International waste directive. [internet]. [diunduh 2017 Mei 24]. Tersedia dari: [www.inspection.gc.ca/animals/terrestrial-animals/imports/policies/general/2002-17/eng/1321050654899/1323826743862#intro](http://www.inspection.gc.ca/animals/terrestrial-animals/imports/policies/general/2002-17/eng/1321050654899/1323826743862#intro).
- Davin-Regli A, Pagès JM. 2015. *Enterobacter aerogenes* and *Enterobacter cloacae*; versatile bacterial pathogens confronting antibiotic treatment. *Front Microbiol.* 6(392):1-10. doi: 10.3389/fmicb.2015.00392
- El Adawy H, Hotzel H, Tomaso H, Neubauer H, Hafez HM. 2012. Isolation and characterization of *Ochrobactrum anthropi* and *Ochrobactrum pecoris* from caecal content of commercial turkeys. *Vet Microbiol.* 23.155(2-4):349-354. doi: 10.1016/j.vetmic.2011.09.001
- El-Baz AH, El-Sherbini M, Abdelkhalek A, Al-Ashmawy MA. 2017. Prevalence and molecular characterization of *Salmonella* serovars in milk and cheese in Mansoura city. *Egypt. J Advanced Vet Anim Res.* 4(1):45-51. doi: 10.545/javtar.2017.d189
- Fàbrega A, Jordi V. 2013. *Salmonella enterica* Serovar Typhimurium skills to succeed in the host: Virulence and regulation. *Clin Microbiol Rev.* 26 (2):308-341. [internet]. [diunduh 2018 Desember 15]. doi: 10.1128/CMR.00066-12.
- [FAO] Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2017. Foot and mouth disease: Chapter 2 – Nature of disease. [internet]. [diunduh 2019 September 5]. Tersedia dari: <http://www.fao.org/3/Y4382E/y4382e05.htm>
- Gleeson LJ. 2002. A review of the status of foot and mouth disease in South-East Asia and approaches to control and eradication. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.* 21 (3): 465-475.
- Guinat C, Gogin A, Blome S, Keil G, Pollin R, Pfeiffer DU, Dixon L. 2016. Transmission routes of African swine fever virus to domestic pigs: current knowledge and future research directions. *Vet Rec.* 178(11):262-267. doi:10.1136/vr.103593
- Hagiya H, Ohnisi K, Maki M, Watanabe N, Murasec T. 2013. Clinical characteristics of *Ochrobactrum anthropi* bacteremia. *J Clin Microbiol.* 51(4):1330-1333. [internet]. [diunduh 2018 Desember 9]. doi: 10.1128/JCM.03238-12





- Hartnett E, Adkin A, Seaman M, Cooper J, Watson E, Coburn H, England T, Marooney C, Cox A, Wooldridge MA. 2017. Quantitative assessment of the risks from illegally imported meat contaminated with foot and mouth disease virus to Great Britain. *Risk Analysis J.* 27(1):187-202. doi: 10.1111/j.1539-6924.2006.00869.x
- Hassan S, Amer S, Mittal C, Sharma R. 2012. Case Report, *Ewingella americana*: An emerging true pathogen. *Case Rep Infect Dis.* 2012:730720. doi: 10.1155/2012/730720
- Humphries RM, Linscott AJ. 2015. Laboratory Diagnosis of Bacterial Gastroenteritis. *Clin Microbiol Rev.* 28(1):3-31. doi: 10.1128/CMR.00073-14
- [IATA] International Air Transport Association. 2014. Airline cabin waste. [internet]. [diunduh 2017 Juni 20]. Tersedia dari: <https://www.iata.org/policy/environment/Pages/cabin-waste.aspx>.
- [JAL] Japan Airlines. 2018. Aircraft cabin waste recycling. [internet]. [diunduh 2019 Juni 23]. Tersedia dari: <https://www.jal.com>
- Jacoby GA. 2005. Mechanisms of resistance of Quinolones. *Clin Infect Dis.* 41(2): S120-S126. doi: 10.1086/428052
- Jametz, Stephen AM, Brooks GF. 2005. Mikrobiologi Kedokteran. Alih Bahasa. Muhadihardi E, Kuntaman, Wasito EB et al. Salemba Medika. Jakarta (ID).
- Jansen W, Merkle M, Daun A, Flor M, Grabowskil N, Klein G. 2016. The Quantity and Quality of Illegally Imported Products of Animal Origin in Personal Consignments into the European Union Seized at Two German Airports Between 2010 and 2014. *Plos One J* 2016;1-14. [internet]. [diunduh 2016 Oktober 21]. Tersedia dari: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0150023>
- Jansen W, Muller A, Th. Grabowski N, Kehrenberg C, Muylken B, Al Dahouk S. 2019. Foodborne diseases do not respect borders: Zoonotic pathogens and antimicrobiol resistant bacteria in food products of animal origin illegally imported into the European Union. *Vet J.* 244:75-82. doi: 10.1016/j.tvjl.2018.12.009.
- Jaradat W, Mousa WA, Elbetieha A, Nabulsi AA and Tall BD. 2014. *Chronobacter spp.* – opportunistic food-borne pathogens. A review of their virulence and environmental-adaptive traits. *J Med Microbiol.* 63:1023–1037. doi: 10.1099/jmm.0.073742-0
- [Kemenhub] Kementerian Perhubungan Republik Indonesia (ID). 2016. Direktorat Jenderal Perhubungan Udara. Lalu lintas angkutan udara kategori penerbangan internasional tahun 2010-2015. [Internet] [Diunduh 2016 September 20]. Tersedia pada <http://hubud.dephub.go.id/?id/llu/index/filter:bulan,0>
- [KLM] Koninklijke Luchtvaart Maatschappij. 2017. Minimise our impact on the environment. [internet]. [diunduh 2019 Juni 23]. Tersedia dari: <https://www.klm.com>
- Kulczyński M, Tomaszewski M, Łuniewski M, Olender A. 2017. Air transport and the spread of infectious diseases. *World Science News.* 76:123-135. EISSN 2392-2192.
- Kümmerer K. 2003. Significance of antibiotic in the environment. *J Antimicrobiol Chemotherapy.* 52(2):317-319. doi:10.1093/jac/dkg386

- Kunal SH, Rajor A. 2014. Bacterial Treatment and Metal Characterization of Biomedical Waste Ash. *J Waste Management*. Article ID 956316. doi:10.1155/2014/956316
- Larenzo-Diaz F, Fernandez-Lopez C, Lurz R, Bravo A, Espinosa M. 2017. Crosstalk between vertical and horizontal gene transfer: plasmid replication control by a conjugative relaxase. *J Nucleic Acids Res.* 45(13):7774-7785. doi: 10.1093/nar/gkx450
- Lin, YA, Huang ST, Wahlqvist ML. 2009. Waste Management to Improve Food Safety and Security for Health Advancement. *Asia Pasific J Clin Nutrition.* 18(4): 538-545. ISSN: 0964-7058
- Liu H, Whitehouse CA and Li B. 2018. Presence and Persistence of *Salmonella* in Water: The Impact on Microbial Quality of Water and Food Safety. *Front. Public Health* 6:159. doi: 10.3389/fpubh.2018.00159
- Lu Y, Chen Y, Lu XA, Lv J, Man CX, Chai YL, Jiang YJ. 2014. Comparison of methods for the microbiological identification and typing of *Chronobacter* species in infant formula. *J Dairy Sci.* 97(2):632–641. doi: 10.3168/jds.2013-7147
- Magiorakos AP, Srinivasan A, Carey RB, Carmeli Y, Falagas ME, Giske CG, Harbarth S, Hindler JF, Kahlmeter G, Olsson-Liljequist B, Paterson DL, Rice LB, Stelling J, Struelens MJ, Vatopoulos A, Weber JT, and Monnet DL. 2012. Multidrug-resistant, extensively drug-resistant and pandrug-resistant bacteria: an international expert proposal for interim standard definitions for acquired resistance. *Clin Microbiol Infect.* 18: 268–281. doi:10.1111/j.1469-0691.2011.03570.x
- Munita JM, Arias CA. 2016. Mechanisms of antibiotic resistance. *Microbiol Spectr.* 4(2):VMBF-0016-2015. doi:10.1128/microbiolspec.VMBF-0016-2015
- Mur L, Martinez-Lopez B, Sanchez-Vizcaino JM. 2012. Risk of African swine fever introduction into the European Union through transport-associated routes: Returning trucks and waste from international ships and planes. *BMC Vet Research* (8):149. <https://www.biomedcentral.com/1746-6148/8/149>
- [OIE] Office International des Epizooties. 2018. African swine fever: OIE-World organization for animal health. [internet]. [diunduh 2019 Juni 15]. Tersedia dari: <https://www.oie.int/african-swine-fever>
- Park DU, Ryu SH, Kim SB, Yoon CS. 2011. An assessment of dust, endotoxin, and microorganism exposure during waste collection and sourting. *J Air & Waste Management Assc* 61(4):461-468. doi: 10.3155/1047-3289.61.4.461
- Pharo H, Cobb SP. 2011. The spread of pathogens through trade in pig meat: overview and recent developments. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz* 30(1):139-148. PMID: 21809760
- Prastanti HA, Haeriah. 2019. Penilaian Risiko Kualitatif Penyebaran Penyakit Mulut Dan Kuku Melalui Sampah Kataring Pesawat Terbang Asal China. Kajian Risiko Badan Karantina Pertanian (Barantan).
- Reyes JE, Venturini ME, Oria R, Blanco D. 2004. Prevalence of *Ewingella americana* in retail fresh cultivated mushrooms (*Agaricus bisporus*, *Lentinula edodes* and *Pleurotus ostreatus*) in Zaragoza (Spain). *FEMS Microbiol Ecol.* 47(3):291-296. doi: 10.1016/S0168-6496(03)00283-6
- Rohde AM, Wiese-Posselt M, Zweigner J, Schwab F, Mischnik A, Seifert H, Gastmeir P, Kern WV. 2018. High admission prevalence of Fluoroquinolone





- resistance in third-generation Cephalosporin-resistant Enterobacteriaceae in German university hospitals. *J Antimicrob Chemoter.* 73(6):1688-1691. doi:10.1093/jac/dky040
- Ross J. 2015. Food waste in an airline caterer's production kitchen. Thesis, Master of Dietetics University of Otago, Dunedin New Zealand. [internet]. [diunduh 2019 Juni 23]. Tersedia dari: <https://hdl.handle.net/10523/5486>
- Sagar S, Narasimhaswamy N, d'Souza J. 2017. *Providencia rettgeri*: An emerging nosocomial uropathogen in an indwelling urinary catheterised patient. *J Clin Diagn Res.* 11(6):DD01-DD02. doi: 10.7860/JCDR/2017/25740.10026
- Sani A, Odeyemi OA. 2015. Occurrence and prevalence of *Cronobacter* spp. in plant and animal derived food sources: a systematic review and meta-analysis. *Springer Plus.* 4(545):1-10. doi: 10.1186/s40064-015-1324-9
- Schwartz T, Kohnen W, Jansen B, Obst U. 2003. Detection of antibiotic-resistant bacteria and their resistance genes in wastewater, surface water, and drinking water biofilms. *FEMS Microbiol Ecol.* 43 (3) 325-335. doi: 10.1111/j.1574-6941.2003.tb01073.x
- Serraino A, Finazzi G, Marchetti G, Daminelli P, Riu R, Giacometti F, Losio MN, Rosmini R. 2012. Behaviour of *Salmonella* Typhimurium during production and storage of artisan water buffalo Mozzarella cheese. *Italian J Anim Sci.* 11(e53):285-289. doi:10.4081/ijas.2012.53
- Shaikh S, Fatima J, Shakil S, Rizvi SMD, Kamal MA.2014. Antibiotic resistance and extended spectrum beta lactamases: Types, epidemiology and treatment. *Saudi J Biol Sci.* 22(1):90-101. doi: 10.1016/j.sjbs.2014.08.002
- [UK Gov] United Kingdom Government, Departement for Enviroment, Food and Rural Affair and Animal and Plant Health Agency. 2019. Qualitative risk assessment: What is the risk of introducing African swine fever to the UK pig population from European Member States via human-mediated routes?. [internet]. [diunduh 2019 Oktober 15]. Tersedia dari: <https://www.gov.uk/government/publications/qualitative-risk-assessment-risk-of-introducing-african-swine-fever-to-the-uk-pig-population>
- [USDA] United States Departement of Agriculture. 2015. Procedure for airports to request APHIS approval to receive international commercial passenger aircraft or international commercial cargo aircraft. [internet]. [diunduh 2017 Juni 20]. Tersedia dari: <https://www.aphis.usda.gov/import.../InternationalCommercialPassengerCargo.pdf>.
- Waldner LL, MacKenzie KD, Köster W, and White AP. 2012. Review From Exit to Entry: Long-term Survival and Transmission of *Salmonella*. *Journal Pathogens* 2012, 1, 128-155; doi:10.3390/pathogens1020128
- Yehia HM. 2013. Antimicrobial resistance patterns of *Enterobacteriaceae* and non *Enterobacteriaceae* isolated from poultry intestinal. *Life Sci J.* 10(1):3438-3446. ISSN: 1097-8135.
- Van Duin D, Cober E, Richter S. 2014. Tigecycline therapy for carbapenem-resistant *Klebsiella pneumoniae* (CRKP) bacteriuria leads to tigecycline resistance. *Clin Microbiol Infect.* 20(12): O1117-O1120. doi: 10.1111/1469-0691.12714

## RIWAYAT HIDUP



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

Julia Rosmaya Riasari dilahirkan pada tanggal 8 Juli 1972 di Jakarta. Anak pertama dari empat bersaudara dari Drh. H. Rustam Alisyawiya (Almarhum) dan Dra. Hj. Amariah Rustam, MM. Menikah dengan Sugiharto, SH, MM dan memperoleh dua orang putri. Putri pertama Tamara Nur Alfathi Reihan sedang menempuh Pendidikan Seni Rupa Murni di ISI Yogyakarta, dan putri kedua Amerya Alfitra Nadia saat ini kelas 8 di SMPN 213 Jakarta.

Maya, demikian penulis biasa dipanggil, lulus dari SMAN 12 Jakarta pada tahun 1991, dilanjutkan menempuh Pendidikan Kedokteran Hewan di Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Gadjah Mada, dan meraih gelar Sarjana Kedokteran Hewan pada tahun 1996 dan gelar Dokter Hewan pada tahun 1998. Sempat menjadi dokter hewan praktek pada tahun 1999 sebelum diterima menjadi pegawai Karantina Pertanian pada tahun 2003. Penulis ditempatkan pertama kali di Stasiun Karantina Hewan Kelas II Merak pada tahun 2003 hingga 2008, lalu Balai Karantina Pertanian Kelas II Cilegon hingga 2011. Saat ini ditempatkan di Balai Uji Terap Teknik dan Metode Karantina Pertanian Bekasi. Memulai karir di Badan Karantina Pertanian sebagai Calon Medik Veteriner, kemudian diangkat sebagai Medik Veteriner Pertama tahun 2005, Kepala Seksi Karantina Hewan Balai Pertanian Kelas II Cilegon tahun 2009, dan Kepala Seksi Bimbingan Teknis dan Informasi Balai Uji Terap Teknik dan Metode Karantina Pertanian tahun 2011.

Menempuh Pendidikan S2 dengan beasiswa Badan Karantina Pertanian di jurusan Kesehatan Masyarakat Veteriner Fakultas Kedokteran Hewan, Institut Pertanian Bogor, dan meraih gelar *Magister of Science* tahun 2009. Pada tahun 2014, mendapatkan kesempatan menempuh Pendidikan Doktoral di Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor melalui beasiswa Badan Karantina Pertanian.

Publikasi yang telah diterbitkan berjudul “Resistansi Enterobacteriaceae Terhadap Antibiotik Asal Sisa Makanan dari Sampah Pesawat di Bandara Internasional Soekarno Hatta” di jurnal nasional Acta Veterinaria volume 8 Nomor 1 tahun 2020, halaman 47-54. Jurnal kedua berjudul “Analysis of Enterobacteriaceae From Food of Animal Origin in International Waste at Soekarno Hatta International Airport Jakarta” dalam proses review ketiga di jurnal internasional terindeks SCOPUS, *Advances in Animal and Veterinary Sciences*.