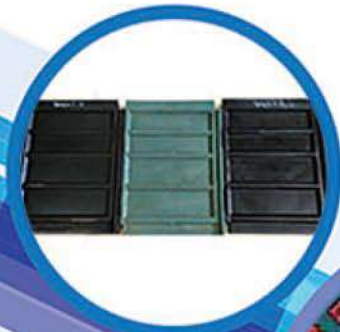




**BALAI RISET DAN
STANDARDISASI INDUSTRI
PALEMBANG**



PROSIDING

SEMINAR NASIONAL 2 HASIL LITBANGYASA INDUSTRI

Vol. 2 Tahun 2019

**HILIRISASI INDUSTRI BERBASIS SUMBER DAYA NASIONAL
DALAM MENGHADAPI TANTANGAN INDUSTRI 4.0**

Palembang, 26 Agustus 2019

SUSUNAN DEWAN REDAKSI

Pembina

Dr. Ir. Ngakan Timur Antara
(Kepala Badan Penelitian dan Pengembangan Industri)

Syamdian, ST
(Kepala Balai Riset dan Standardisasi Industri Palembang)

Tim Editor Ilmiah / Peer Reviewers

Dr. Ir. Sri Agustini, M.Si
Dr. Nasruddin, S.T., M.Si
Dr. Ir. Hari Adi Prasetya, M.Si
Dr. Rahmaniar, ST, M.Si
Dr. Popy Marlina, S.Si, M.Si
Dra. Chasri Nurhayati, M.Si
Tri Susanto, S.Si, M.Si, M.AIE

Panelis Pada Saat Presentasi Oral

Ir. Syamsul Bahri, MT
Dr. Ir. Sri Agustini, M.Si
Dr. Rahmaniar, ST., M.Si
Dr. Popy Marlina, S.Si, M.Si

Tim Copy Editor

Aprillena Tornadez Bondan, ST, MT
Nesi Susilawati, ST, MT
Dwi Meylitasari Br Tarigan, S.ST, M.Kom
Meftahul Jannah, S,ST

Seminar Nasional Hasil Litbangyasa Industri Ke-2 dengan tema
“Hilirisasi Industri Berbasis Sumber Daya Alam Dalam Menghadapi Tantangan Industri 4.0”

diselenggarakan oleh Baristand Industri Palembang, Kementerian Perindustrian di Palembang pada tanggal 26 Agustus 2019.

Prosiding ini diterbitkan oleh Baristand Industri Palembang setelah melalui proses seleksi, presentasi, review dan editing oleh tim editor ilmiah/ *peer reviewers* yang kompeten dibidangnya.

Alamat : Jalan Perindustrian II No. 12 KM. 9, Sukarami, Palembang 30152,
Telp/Fax (0711)412482.

e-mail : jurnaldpi@gmail.com

web : baristandpalembang.kemenperin.go.id

No	Judul	Hal.
1	Analisis Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) Di Perairan Sungsang Kabupaten Banyuasin Provinsi Sumatera Selatan	1-6
2	<i>Analisis Association Rules</i> dalam Strategi Penjualan di <i>Foodcourt</i> Politeknik Negeri Sriwijaya	7-15
3	Perbedaan Hasil Pemeriksaan Nitrat (NO_3^-) Dengan Penambahan Edta Dan Tanpa Penambahan EDTA Metode Brusin Sulfat	16-20
4	Kajian produksi jamur merang pada media jerami, eceng gondok dan tandan kosong sawit	21-31
5	Diversifikasi Produk Olahan Kelapa Menjadi Virgin Coconut Oil (VCO)	32-36
6	Analisis Deskriptif Terhadap Industri Pempek di Kawasan Pasar 26 Ilir Palembang	37-42
7	Perancangan Sistem Customer Relationship Management Dengan Memanfaatkan Self Service Technology	43-48
8	Pemanfaatan HHO <i>Electrolyzer</i> sebagai Penghemat Bahan Bakar pada Prime Move Generator	49-55
9	Fly Ash Sebagai Alternatif Pengganti Semen Pada Beton Geopolimer Yang Ramah Lingkungan	56-62
10	Prediksi Hasil Produksi Pertanian Kelapa Sawit di Provinsi Riau dengan Pendekatan Interpolasi Newton Gregory Forward (NGF)	63-70
11	Konversi Energi Gelombang Menjadi Energi Mekanik Melalui Turbin Impuls Pelton Untuk Memenuhi Kebutuhan Energi Daerah Pantai Indonesia	71-77
12	Optimasi Waktu Hidrolisis Dan Volume Enzim Pada Proses Hidrolisis Enzimatis Selulosa Jerami Padi	78-86
13	Pengaruh Penambahan Limbah Vulkanisir pada <i>Split Mastic Asphalt</i> terhadap Karakteristik Marshall dan Durabilitas Campuran	87-95
14	Kansei Engineering dalam Perancangan User Interface E-Commerce Produk UKM berbasis web	96-104
15	Pelestarian Motif Tenun Khas Palembang Melalui Digital Catalog Kain Tajung Dan Songket Serta Blongsong Sebagai Industri Tekstil Masa Depan	105-113

16	Pengaruh Penambahan Abu Sekam Padi dan Abu Serabut Kelapa Terhadap Kuat Tekan Beton K-225	114-119
17	Pengaruh Penambahan Berbagai Minyak Nabati sebagai Bahan Pelunak terhadap sifat Fisik Produk Karet Sol Sepatu	120-128
18	Studi Pengembangan Karet Alam Untuk Mangkok Penampungan Lateks Dari Pohon Karet	129-136
19	Pengaruh Konsentrasi Pektin Citrus Dan Gliserol Terhadap Sifat Mekanik Edible Film Yang Diinkorporasi Minyak Atsiri Kemangi	137-141
20	Pengaruh Teknik Produksi Terhadap Karakteristik Kimia Dan Swelling Power Pada Tapioka Yang Dihasilkan	142-148
21	Biskuit Coklat Pisang Batu : Kajian Fisikokimia Dan Organoleptiknya	149-157
22	Optimalisasi Hasil Usaha Pertanian Bawang Merah Pada Kelompok Tani Tradisional	158-164
23	Hubungan Tingkat Penggunaan Antibiotik di RS dengan Potensi Cemaran Antibiotik di Perairan Umum	165-173
24	Pembuatan Bioetanol dari Umbi Singkong karet dengan metode Hidrolisis Asam dan Enzim	174-180
25	Analisa Vacuum Forming Cetakan Dari Bioplastik Pektin Kulit Pisang Kepok (<i>Musa Paradisiaca Formatypica</i>)	181-189
26	Pemanfaatan Kitosan dengan Variasi Gula sebagai Potensi Pengawet Alami Makanan (Penguji Bakteri <i>Pseudomonas aeruginosa</i> dan <i>Bacillus subtilis</i>)	190-195
27	Penambahan Variasi Tepung Sesbania Grandiflora Dan Tepung Curcubita Maxima Pada Pakan Buatan Terhadap Pertumbuhan Benih Ikan <i>Oreochromis Mossambicus</i>	196-204
28	Pembuatan Tepung dari Umbi Keladi (<i>Colocasia esculenta L.</i>)	205-211
29	Branding Produk Gulo Puan dan Produk Inovasi Gulo Puan (Puan Candy) Sebagai Makanan Khas Palembang dari Ogan Komering Ilir	212-220
30	Pengaruh Kitosan Dan Plasticizer Gliserol Dalam Pembuatan Plastik Biodegradable Dari Pati Talas	221-227
31	Pengaruh Bahan Pelorod Soda Abu dan Kanji Terhadap Hasil Pewarnaan Kain Batik Katun dan Sutera Menggunakan Pewarna Alam Gambir (<i>Uncaria Gambir Roxb.</i>)	228-235

32	Pengaruh Hasil Tani Organic Compound (HTOC) Terhadap Sifat Fisik dan Kimia Tanah di Lahan Sawah yang Bertanah Asam Sulfat	236-242
33	Sistem Informasi Karya Tulis Ilmiah Mahasiswa (KTI) Di Politeknik PalComTech	243-250
34	Rancangan Sistem Pengaman Hunian Modern pada Pintu dan Jendela Basis Mobile	251-259
35	Pembuatan Aspal Modifikasi Polimer Berbasis Karet Alam Tanpa dan Dengan Mastikasi	260-269
36	Pemanfaatan Sisa Limbah Total Karet Pengganti Pasir Sebagai Bahan Pembuatan Batako	270-276
37	Pengaruh Waktu Kontak Dan Aktivasi Ampas Tebu Terhadap Kapasitas Adsorpsi Logam Cr Dan Mn	277-284
38	Limbah Karet Skim Untuk Produk Karet Penggangan Setang (<i>Grip Handle</i>) Sepeda Motor	285-290
39	Karakteristik Karkas Dan Olahan Ayam Sentul Terseleksi	291-296
40	Proses Penginstanan Temu Lawak, Kunyit Putih dan Jahe Merah serta Pengaruhnya terhadap Kadar Antioksidan dan Daya Terimanya	297-302

KATA PENGANTAR

Revolusi Industri 4.0 (4IR) meliputi beragam teknologi, seperti kecerdasan buatan (AI), *Internet of Things* (IoT), *wearables*, robotika, dan 3D printing. 4IR ini bisa menjadi pemacu bagi pertumbuhan ekonomi Indonesia, yang dapat didorong oleh inovasi dari kegiatan penelitian dan pengembangan. Salah satu tantangan menghadapi 4IR adalah menciptakan ekosistem inovasi antar akademisi, lembaga pemerintah, industri yang kondusif dan komunitas, sehingga dapat memfasilitasi pembangunan industri hilir berbasis kekayaan sumber daya alam. Baristand Industri Palembang berperan aktif dalam meningkatkan difusi teknologi hasil inovasi, research, development and design untuk pengembangan industri hilir melalui penyelenggaraan seminar nasional.

Puji syukur kita panjatkan ke hadirat Allah SWT, atas berkat dan rahmat-Nya Balai Riset dan Standardisasi Industri Palembang dapat menyelenggarakan Seminar Nasional Hasil Litbangyasa Industri ke 2 Tahun 2019 dengan tema **“Hilirisasi Industri Berbasis Sumber Daya Alam dalam Menghadapi Tantangan Industri 4,0** pada tanggal 26 Agustus 2019 di Hotel Harper Palembang, sehingga disusun dan diterbitkan Prosiding Seminar Nasional Hasil Litbangyasa Industri ke 2 Tahun 2019 dengan nomor ISSN 2654-8550.

Semua artikel yang dimuat pada prosiding ini telah diseleksi terlebih dahulu sebelum dipresentasikan secara oral pada saat penyelenggaraan seminar nasional kemudian ditelaah dan *direview* oleh *peer reviewers* sebelum diedit untuk diterbitkan. Sebanyak 39 karya tulis ilmiah berasal dari berbagai instansi dari Kementerian Perindustrian, Perguruan Tinggi di Sumatera dan Pulau Jawa, Balai Penelitian Sembawa dan instansi lainnya. Lingkup karya tulis ilmiah pada prosiding ini meliputi Tekstil, bahan bangunan dan Industri 4.0, Pertanian dan Teknologi Lingkungan, Karet dan Energi, Pangan,

Kami menyampaikan terima kasih kepada penulis, tim editor ilmiah, panelis, tim copy edit, dan semua pihak yang telah berkontribusi atas terselenggaranya seminar nasional ini sampai dengan tersusunya prosiding ini.

Kami berharap agar prosiding ini dapat memberikan sumbangan IPTEK nyata terkait pengembangan inovasi dan teknologi industri 4.0 untuk memaksimalkan pertumbuhan dan perkembangan industri hilir berbasis sumber daya lokal serta menyumbang masukan dan saran bagi para pengambil kebijakan dalam mendukung Making Indonesia 4.0.

Kami menyadari prosiding ini belum sempurna, untuk itu kami senantiasa menerima saran dan kritik yang membangun dari pembaca dan pihak lainnya sebagai bahan perbaikan penerbitan prosiding tahun yang akan datang.

Selamat membaca.

Palembang, 11 November 2019.

Kepala Baristand Industri Palembang



Hubungan Tingkat Penggunaan Antibiotik di Rumah Sakit dengan Potensi Cemaran Antibiotik di Perairan Umum

Ian Kurniawan^{1a)}, Pra Dian Mariadi¹⁾ dan Adri Huda²⁾

¹Universitas Katolik Musi Charitas, Palembang

²Program Studi Doktor Ilmu Lingkungan, Universitas Sriwijaya

^{a)}Corresponding/ Main Contributor : iankurniawan019@gmail.com

ABSTRAK

Peningkatan populasi manusia berbanding lurus dengan pemenuhan kebutuhan air bersih dan kesehatan. Air bersih merupakan kebutuhan pokok yang harus terpenuhi, sedangkan rumah sakit sebagai tempat pelayanan publik menjaga keberlangsungan hidup manusia. Krisis air bersih menjadi permasalahan dunia dan Indonesia, salah satu penyebab terjadinya penurunan kualitas air dikarenakan terdapat potensi pencemaran melalui air limbah rumah sakit. Sisa penggunaan antibiotik dalam air limbah rumah sakit sangat berbahaya karena bersifat resisten dan persisten. Indonesia belum memiliki regulasi yang mengatur mengenai kandungan antibiotik dalam air limbah. Teknologi pengolahan air limbah rumah sakit tidak di desain untuk mengatasi potensi cemaran antibiotik. Penelitian ini menggunakan metode analisis komparasi yaitu menganalisis hubungan antara data sekunder dan primer. Penelitian dilakukan menggunakan data sekunder tingkat penggunaan antibiotik RS secara *timeseries* dan akan dikorelasikan dengan data primer hasil analisis secara laboratorium menggunakan instrumentasi *LCQ TOF Mass Spectrometry* Agilent 6540 melalui proses *screening* jenis-jenis antibiotik yang terdapat dalam air limbah. Hasil penelitian menunjukkan terdapat potensi cemaran antibiotik dalam air limbah RS. Proses *screening* menemukan 5 jenis antibiotik yaitu Ciprofloxacin, Lincomycin, Metronidazole, Netilmicin, Ofloxacin/Levofloxacin. Penelitian ini menghasilkan parameter baru (antibiotik) dalam air limbah rumah sakit, selain parameter fisika, kimia dan biologi. Pencemaran antibiotik sangat berbahaya apabila berada di perairan umum, sehingga diperlukan regulasi baru dan teknologi pengolahan air limbah yang dapat meminimalisasi dampak tersebut.

Kata Kunci : Pencemaran Air, Air Limbah Rumah Sakit, Antibiotik, Regulasi

Abstract

The rapid growth of human population is directly impact of clean water and health. Clean water is urgently needed, while the hospital as a place of public service to human life. The clean water crisis became the global and Indonesian problems, one of the caused problem in water quality due to the potential pollution is hospital wastewater. Residual used of antibiotics in hospital wastewater is very dangerous because resistant and persistent. Indonesia does not have regulations antibiotic content in wastewater. Hospital wastewater treatment technology not designed to overcome the potential for antibiotic contamination. This study used a comparative analysis method too analyzes the relationship between secondary and primary data. This study was conducted using secondary data on the use of RS antibiotics in timeseries and will be correlated with primary data from laboratory analysis using the instrumentation LCQ TOF Mass Spectrometry Agilent 6540 through the screening process for the types of antibiotics contained in wastewater. The results showed there was potential for antibiotic contamination in hospital wastewater. The screening process founded 5 types of antibiotics namely Ciprofloxacin, Lincomycin, Metronidazole, Netilmicin, Ofloxacin / Levofloxacin. Antibiotic pollution is very dangerous when in public waters, so new regulations and wastewater treatment technologies are needed that can minimize these impacts.

Keywords: Water Pollution, Hospital Wastewater, Antibiotics, Regulation

PENDAHULUAN

International Water Institute memprediksi pada tahun 2025 maka Jawa dan beberapa pulau lainnya termasuk dalam wilayah krisis air bersih. Kelangkaan air secara global mengalami peningkatan dan diperlukan sumber lain untuk menyeimbangkan kebutuhan karena sumber air yang sudah ada mulai ditinggalkan akibat polusi dan air limbah. Masalah dari sumber air bersih yaitu terdapat komponen pencemar dalam konsentrasi yang tinggi seperti logam berat, senyawa beracun dan mikroba patogen.

Peningkatan standar hidup manusia yang semakin tinggi menimbulkan permasalahan lingkungan terkait dengan konservasi air akibat bahan kimia, nutrisi, lindi, tumpahan minyak, pembuangan limbah bahan berbahaya, serta penggunaan bahan *disposable* dan *non-biodegradable* [1]. Polutan yang memerlukan pengolahan lanjut mencakup berbagai bahan kimia buatan manusia (pestisida, kosmetik, produk perawatan rumah tangga dan obat-obatan) yang penggunaannya di seluruh dunia untuk memenuhi kebutuhan masyarakat modern [2].

Rumah sakit sebagai salah satu bentuk pelayanan kesehatan terhadap masyarakat dalam berbagai macam kegiatannya menghasilkan sisa air buangan yang dapat diolah untuk meminimalisasi dampak sebelum dibuang ke lingkungan perairan. Data tahun 2014 dari Kementerian Kesehatan diketahui bahwa di Indonesia memiliki 2.410 Rumah Sakit dengan 295.035 tempat tidur. Provinsi Sumatera Selatan memiliki 55 rumah sakit dan 27 rumah sakit diantaranya berada di kota Palembang. Perkiraan secara nasional produksi limbah padat rumah sakit sebesar 376.089 ton/hari dan produksi air limbah 48.985,70 ton/hari [3].

Limbah rumah sakit adalah limbah yang dihasilkan dari kegiatan rumah sakit dalam bentuk padat, cair dan gas. Air limbah rumah sakit adalah air buangan termasuk tinja yang berasal dari kegiatan rumah sakit yang kemungkinan mengandung mikroorganisme, bahan kimia beracun dan radioaktif yang berbahaya bagi kesehatan [4]. Rumah sakit termasuk penghasil limbah bahan berbahaya dan beracun (B3) dari sumber yang spesifik dengan kode limbah D.227 [5]. Kegiatan rumah sakit menghasilkan limbah padat, cair dan gas dengan karakteristik yang khas dengan kandungan bahan organik yang tinggi, bahan tersuspensi, lemak dan volume dalam jumlah yang relatif tinggi [6].

Kegiatan rumah sakit akan menghasilkan beberapa residu obat-obatan, salah satunya antibiotik. Antibiotik merupakan bagian yang terpenting dalam pengobatan pada saat ini, karena membantu mengobati infeksi pada manusia. Potensi pencemaran air limbah rumah sakit secara biologis dapat menyebabkan pengaruh baik langsung ataupun tidak langsung terhadap kesehatan manusia. Air limbah yang berasal dari sarana pelayanan kesehatan seperti rumah sakit mengandung bahan kimia dan obat-obatan yang bersifat karsinogenik dan genotoksik yang dapat menyebabkan penyakit kanker serta kelainan genetik [7].

Kandungan kontaminan tersebut dipengaruhi oleh jenis rumah sakit, jumlah tempat tidur, jumlah pasien rawat inap dan jalan, jenis pelayanan dan iklim suatu negara sehingga akan menghasilkan kontaminan pencemar yang memiliki kekhasan tersendiri, fakta tersebut dapat dibuktikan dengan studi literatur pada beberapa negara sebelumnya yang menyimpulkan bahwa sistem yang sudah ada tidak dapat mereduksi secara maksimal kandungan obat-obatan dalam air limbah rumah sakit [8].

IPAL yang dimiliki oleh rumah sakit tidak dirancang untuk mengolah limbah yang mengandung obat-obatan sehingga limbah yang dihasilkan oleh proses pengolahan akan mengandung kontaminan sisa penggunaan antibiotik [9]. Karakteristik khas yang mengandung berbagai jenis pencemar, maka menurut suatu penelitian di Valencia, Spanyol maka setidaknya pengolahan air limbah rumah sakit memerlukan strategi rencana dan rancangan khusus meliputi upaya meminimalisasi limbah dan pengolahan air limbah melalui Instalasi Pengolahan air limbah [10]. Karakteristik air limbah rumah sakit yang mengandung *Pharmaceuticals and personal care products (PPCPs)* salah satunya antibiotik sulit untuk dapat direduksi oleh sistem pengolahan air limbah rumah sakit [11].

Sisa bahan kimia dan obat-obatan dari air limbah rumah sakit yang tidak bisa dieliminasi oleh sistem instalasi pada umumnya menjadi residu, virus dan bakteri kemudian bertransformasi sebagai agen multiresisten di lingkungan. Senyawa antibiotik yang berada di lingkungan dalam jangka waktu tertentu secara terus-menerus dapat menyebabkan beberapa mikroorganisme patogen menjadi persisten dan bertahan di lingkungan karena sulit diurai secara alami. Penggunaan antibiotik yang sangat tinggi di rumah sakit menyebabkan kemungkinan terjadinya *unsafe action* karena antibiotik tersebut dapat terbuang secara tidak sengaja ke dalam sistem pembuangan air. Peraturan pemerintah terkait dengan kandungan antibiotik dalam perairan belum ada di Indonesia. Deteksi awal jenis antibiotik yang terkandung dalam air buangan hasil proses diperlukan untuk mengetahui hubungan antara tingkat penggunaan antibiotik dalam pelayanan rumah sakit dengan kinerja pengolahan air limbah.

METODE PENELITIAN

Bahan

Air limbah rumah sakit sebagai sampel penelitian merupakan campuran dari seluruh aktivitas kegiatan dari Rumah Sakit X tersebut yang bersifat cair dan merupakan Bahan Berbahaya dan Beracun (B3). Asumsi yang dapat digunakan untuk kegiatan yang sama dapat memiliki kemiripan dalam hal karakteristik sifat air limbah yang dihasilkan. Pengambilan sampel air limbah di kolam penampungan sementara (Primary pond) menggunakan prosedur Standarisasi Nasional Indonesia dengan menitik beratkan aspek representatif. Bahan penunjang analisis laboratorium menggunakan metanol 10% with 5 mM amonium asetat.

Prosedur Penelitian

Pengumpulan Data Sistem Pengolahan Air Limbah

Pengumpulan data penunjang sistem pengolahan air limbah rumah sakit dilakukan dengan wawancara dan *field study*. Informasi tersebut diperlukan untuk mengetahui teknologi yang selama ini digunakan dan permasalahan yang didapatkan dari proses yang sudah digunakan.

Pengumpulan Data Penggunaan Antibiotik

Data sekunder yang dikumpulkan merupakan data laporan penggunaan antibiotik selama 3 bulan terakhir mulai Juli-September 2016 yang digunakan pada pasien rawat inap untuk melihat jenis penggunaan antibiotik sehingga didapatkan jenis antibiotik yang kemungkinan terdapat pada air limbah rumah sakit yang merupakan sisa dari kegiatan penanganan pasien.

Pengambilan Sampel

Sampel air limbah rumah sakit yang digunakan adalah sampel yang diambil dari instalasi pengolahan air limbah pada kolam penampungan pertama (*primary pond*) dimana seluruh kegiatan rumah sakit yang menghasilkan air limbah dialirkan dan dikumpulkan terlebih dahulu pada kolam tersebut. Kolam pertama berbentuk balok dan berukuran 2,4 m x 1,9 m x 4 m, dengan volume 18,2 m³. Pengambilan sampel kedua dilakukan pada saluran buangan hasil pengolahan IPAL RS. Cara pengambilan sampel menggunakan alat *Vandorn Sampler* (Gambar 1) yang bisa digunakan untuk kedalaman tertentu.



Gambar 1. *Vandorn Sampler*

Proses pengambilan sampel air limbah melalui 3 langkah kerja yaitu langkah persiapan pengambilan sampel, pengambilan *grab* dan komposit sampel serta pengemasan sampel. Ketiga langkah kerja tersebut berpedoman

kepada SNI 6989.59:2008 (Air dan Air limbah-Bagian 59 : Metoda Pengambilan Contoh Air Limbah). Pengambilan sampel air limbah rumah sakit dilakukan pada hari Senin, tanggal 26-31 Oktober 2016 pukul 10.00-11.00 WIB pada saat beban puncak kapasitas volume pengolahan air limbah. Pengambilan sampel air limbah rumah sakit diambil pada waktu sesaat pada satu lokasi tertentu (*Grab sample*) dan campuran sampel air limbah yang diambil dari titik yang berbeda pada rentang waktu, dengan volume yang sama (*Composite sample*).

Pengiriman dan Pengemasan Sampel

Proses pemeriksaan sampel air untuk pemeriksaan mengumpulkan air limbah dalam satu tempat, dihomogenkan dan dibagi menjadi dua atau lebih bagian sampel dan diperlakukan sama kemudian dikirim selanjutnya ke laboratorium pemeriksaan (*Split Sample*) yaitu PT. Angler Bio Chem Laboratory, Surabaya (Akreditasi KAN LP-514-IDN, SNI ISO/IEC 17025:2008). Sampel disimpan ke dalam botol sampel *polyetilen* sebanyak 2 liter dan kemudian dikirim ke laboratorium pemeriksaan. Wadah sampel air yang digunakan untuk menyimpan contoh harus memenuhi persyaratan yaitu terbuat dari bahan gelas atau plastik polietilen (PE) atau polipropilen (PP) atau teflon (Poli Tetra Fluoro Etilen, PTFE), dapat ditutup dengan kuat dan rapat, bersih dan bebas kontaminan, tidak mudah pecah dan tidak berinteraksi dengan sampel.

Pengujian

Sampel diperiksa ke laboratorium yang terakreditasi. Air limbah yang diperiksa belum diketahui jenis-jenis antibiotik yang terdapat dalam sampel tersebut (*untargetted*). Proses *screening* dilakukan untuk memprediksi secara kualitatif jenis-jenis antibiotik yang terdapat dalam air limbah tersebut dengan menggunakan High Resolution Mass Spectrometry (LC/Q-TOF/MS) 6500 Series *for the Detection of Pharmaceuticals in Water*.

Standard Operating Procedure (SOP) atau protokol kerja dalam menggunakan *High Resolution Mass Spectrometry* (LC/Q-TOF/MS) 6500 Series untuk pemeriksaan kualitatif air limbah rumah sakit sebagai berikut :

1. Analisis menggunakan *column* C18 dan *Mobile Phase A* (*Methanol 10% with 5 mM Ammonium acetate*), *Mobile Phase B* (*Methanol 10% with 5 mM Ammonium acetate*)
2. Sampel air limbah dipersiapkan kemudian dilakukan evaporasi pada suhu 40°C sampai kering (residu)
3. Residu kemudian ditambahkan pelarut Methanol 50%
4. Proses dengan menggunakan *Vortek* dan *Ultrasonic*
5. *Centrifuge* 10.000 rpm selama 5 menit
6. *Syringe* dengan filter 0,22 µm
7. Injeksikan ke dalam alat *High Resolution Mass Spectrometry* (LC/Q-TOF/MS) 6500 Series.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pola Penggunaan Antibiotik di Rumah Sakit

Kegiatan di RS X yang merupakan RS tipe B terutama yang terkait dengan kegiatan medis akan menggunakan obat-obatan baik antibiotik ataupun lainnya. Teknik pengumpulan data primer penggunaan antibiotik menggunakan metode *time series* yaitu pengambilan data penggunaan antibiotik pada jangka waktu bulan atau periode tertentu sehingga data ini dapat dikatakan sebagai data historis atau runtun waktu. RS X dalam penggunaan dan kriteria antibiotik untuk pasien berpedoman pada aturan WHO (2002) antara lain :

- a. Penggunaan antibiotik disesuaikan dengan indikasi penyakit
- b. Pengobatan didasarkan atas keluhan individual dan hasil pemeriksaan fisik yang akurat
- c. Pemberian dosis yang tepat melalui berbagai kriteria (perhitungan usia, berat badan dan kronologis penyakit)
- d. Pemberian menggunakan interval waktu yang tepat, jarak dan pemberian obat disesuaikan dengan aturan pemakaian yang telah ditentukan dan pada kasus tertentu memerlukan pemberian obat dalam jangka waktu tertentu.
- e. Obat yang diberikan harus efektif dengan mutu terjamin, menghindari pemberian obat yang kedaluarsa serta tidak sesuai dengan jenis keluhan penyakit pasien
- f. Jenis obat mudah didapatkan dengan harga terjangkau
- g. Meminimalkan dosis untuk mengurangi efek samping dan alergi obat.

Secara garis besar penggunaan antibiotik di RS X dapat terlihat pada Tabel 1 Informasi Kualitatif Penggunaan Antibiotik di RS X Palembang Periode Juli –September 2016, dimana data tersebut digunakan untuk pasien rawat jalan dan inap dengan pemberian antibiotik melalui oral dan injeksi.

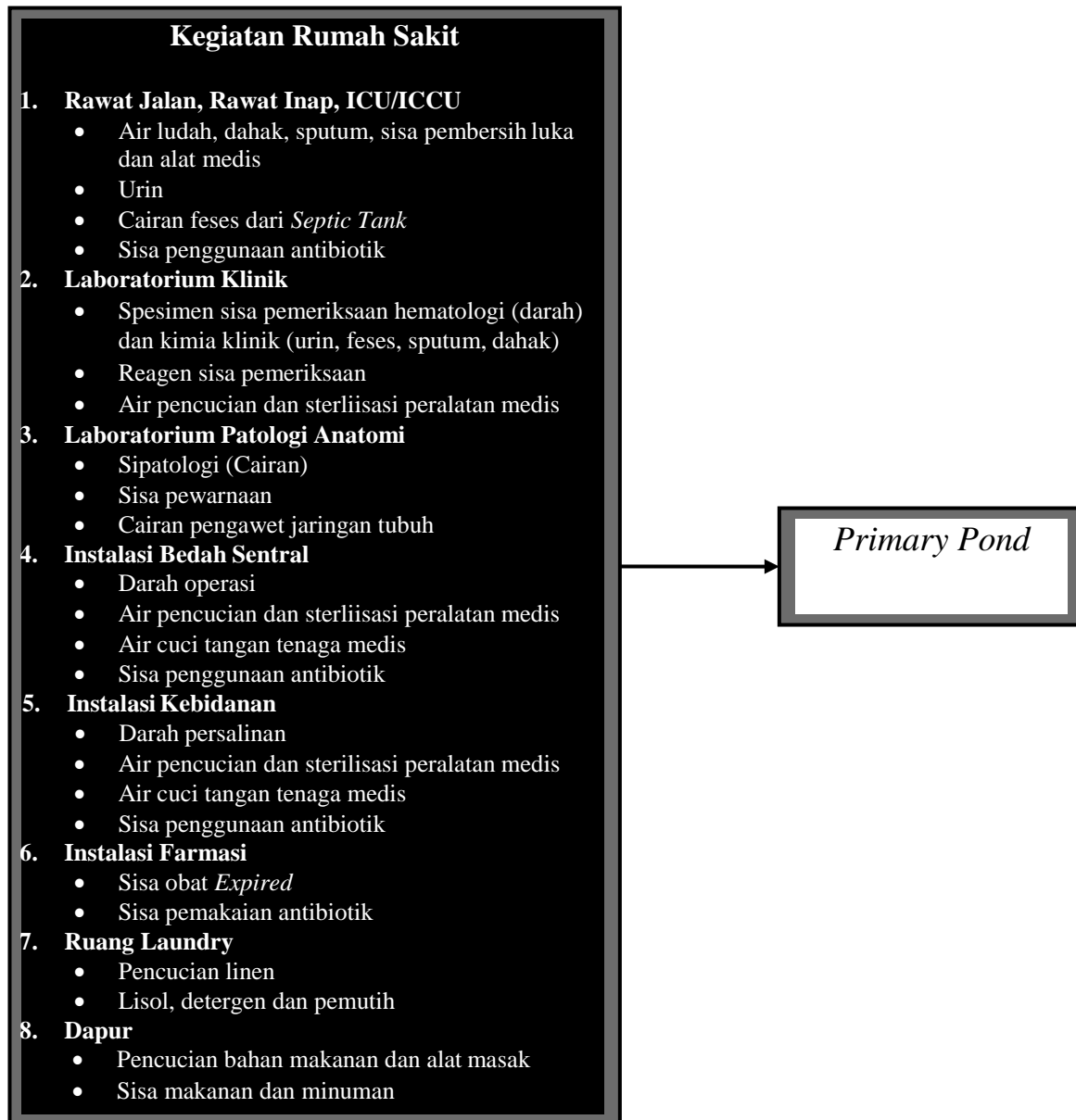
Tabel 1. Informasi Kualitatif Penggunaan Antibiotik di RS X Palembang Periode Juli - September 2016

Jenis Antibiotik	Nama Obat	Penggunaan	Golongan
Amikacin	Amikacin, Amiosin	Injeksi	<i>Aminoglycosides</i>
Amoxicillin	Amoxicillin, Amoxsan	Sirup, Tablet	<i>Beta-lactam</i>
Amoxicillin dan Clavulanat	Co Amoxiclav, Capsinat	Sirup, Tablet	<i>Beta-lactam</i>
Azitromycin	Azomax, Infimycin, Zibramax, Zistic	Sirup, Tablet, Injeksi	<i>Macrolide</i>
Ampicillin dan Sulbactam	Bactesyn	Injeksi dan Tablet	<i>Beta-lactam</i>
Cefadroxyll	Cefradoxyll, Cefat, Renasistin	Sirup, Kapsul	<i>Cephalosporins</i>
Cefixime	Cefixime, Fixacep, Nucef, Starcef	Sirup, Kapsul, Drop	<i>Cephalosporins</i>
Cefuroxime	Anbacim	Injeksi	<i>Cephalosporins</i>
Cefotaxime	Cefotaxime, Biocef, Kalfoxim	Injeksi	<i>Cephalosporins</i>
Cefoperazone	Cefoperazone, Cefoject	Injeksi	<i>Cephalosporins</i>
Ceftriaxone	Broadced	Injeksi	<i>Cephalosporins</i>
Ceftazidime	Ceftazidime, Ceftum, Zibac	Injeksi	<i>Cephalosporins</i>
Ceftizoxime	Ceftizoxime	Injeksi	<i>Cephalosporins</i>
Ceftriaxone	Ceftriaxone, Elpicef	Injeksi	<i>Cephalosporins</i>
Clindamycin	Clindamycin	Kapsul	<i>Clindamycin</i>
Cotrimoxazol	Cotrimoxazol	Sirup, Tablet	<i>Sulfonamides</i>
Ciprofloxacin	Ciprofloxacin, Baquinor, Renator	Tablet	<i>Quinolones</i>
Doxicyclin	Doxicyclin	Kapsul	<i>Tetracycline</i>
Erytromycin	Erytromycin, Erysanbe	Tablet, Sirup	<i>Macrolide</i>
Kanamycin	Kanamycin	Injeksi	<i>Aminoglycosides</i>
Levofloxacin	Cravit, Volequin	Tablet, Infus	<i>Quinolones</i>
Lincomycin	Lincomycin	Kapsul, Sirup	<i>Lincosamide</i>
Metronidazole	Farnat	Infus	<i>Nitroimidazole</i>
Meropenem	Merem, Merofen, Meropenem	Injeksi	<i>Beta-lactam</i>
Netilmicin	Netromycin	Injeksi	<i>Aminoglycosides</i>
Ofloxacin	Ofloxacin, Pharflox	Tablet	<i>Quinolones</i>
Primadex	Primadex	Tablet, Sirup	<i>Sulfonamides</i>
Tetracycline	Tetracycline, Tetrasanbe	Kapsul	<i>Tetracycline</i>
Thiamphenicol	Thiamphenicol, Biothicol	Kapsul	<i>Thiamphenicol</i>

Antibiotik merupakan zat anti bakteri yang dihasilkan oleh berbagai spesies mikroorganisme (bakteri, jamur, dan *actinomycoata*) yang dapat menekan pertumbuhan dan atau membunuh mikroorganisme lainnya. Indonesia sebagai negara berkembang dengan penggunaan antibiotik 30%-80% tidak berdasarkan pada indikasi yang dialami oleh pasien, sedangkan di negara yang sudah maju 13-37% dari seluruh penderita yang dirawat di RS mendapatkan antibiotik baik secara tunggal atau kombinasi [12]. Dewasa ini penggunaan antibiotik yang tidak rasional banyak dijumpai baik di negara maju maupun berkembang.

Penggunaan antibiotik di dalam pelayanan medis yang sangat tinggi tidak diiringi oleh budaya dan kebiasaan yang tidak baik dalam menangani sisa dari antibiotik tersebut. Sisa dari penggunaan antibiotik dalam bentuk cairan terutama dari vial dan infus dalam kegiatan pelayanan medis sering dibuang ke dalam aliran pipa yang akhirnya akan bermuara ke *primary pond* dan kemudian akan bercampur dengan air limbah dari seluruh kegiatan rumah sakit. Air limbah rumah sakit akan semakin berbahaya dengan adanya kandungan antibiotik tersebut walaupun dalam jumlah yang kecil karena sifat resisten dan persisten ketika berada di perairan. Dari hasil studi lapangan dan pengamatan secara cermat dari kondisi di lokasi penelitian, dapat dibuat suatu bagan pola aliran air limbah dalam sistem pembuangan air di rumah sakit (Gambar 2). Bagan pola aliran tersebut menunjukkan bahwa

terdapat potensi dari sisa – sisa antibiotik dari kegiatan rumah sakit yang akan bercampur dengan air limbah rumah sakit dari seluruh sistem kegiatan rumah sakit.



Gambar 2. Skema Pembuangan Air Limbah Rumah Sakit dari Berbagai Kegiatan

Analisis Kualitatif Antibiotik dalam Air Limbah Rumah Sakit

Karakteristik limbah secara fisik setelah diamati menyimpulkan bahwa air limbah tersebut memiliki warna keruh dengan padatan (TSS) yang tinggi sebesar 270 NTU. Kegiatan medis dan non medis di RS X secara garis besar memiliki kesamaan dengan kegiatan dengan RS lainnya. Kegiatan dan sumber air limbah RS secara umum di Indonesia yaitu dari kegiatan poliklinik, rawat jalan dan rawat inap, IGD, Laboratorium Klinik, Instalasi Bedah, Kebidanan, *Laundry*, Radiologi dan Dapur sehingga dapat disimpulkan hampir seluruh RS yang memiliki fasilitas rawat inap memiliki kegiatan yang relatif sama dan menghasilkan air limbah yang identik.

Pemeriksaan antibiotik dalam air limbah rumah sakit sangat diperlukan karena akan terjadi dampak negatif apabila antibiotik tersebut melewati sistem pengolahan air limbah RS sehingga *release* ke lingkungan. IPAL rumah sakit tidak dirancang untuk mengolah limbah yang mengandung obat-obatan sehingga limbah yang dihasilkan oleh proses pengolahan akan mengandung kontaminan tersebut. Salah satu dampak yang paling berbahaya adalah muncul dan berkembangnya kuman yang tahan terhadap antibiotik akibat terpapar secara terus-menerus di lingkungan atau dengan kata lain terjadi resistensi antibiotik.

Dampak Peningkatan kejadian resistensi bakteri terhadap antibiotik bisa terjadi dengan 2 cara [13] yaitu:

- a. *Selection Pressure*. Jika bakteri resisten tersebut berkembang secara duplikasi setiap 20-30 menit maka dalam 1-2 hari, lingkungan perairan tersebut akan dipenuhi oleh bakteri resisten. Bakteri yang sudah resisten di lingkungan akan sulit dihilangkan (persisten).
- b. Penyebaran resistensi ke bakteri yang non-resisten melalui plasmid, terjadi melalui mekanisme penyebaran antar kuman satu spesies menulari spesies lain.

Sampel air limbah RS X dikemas dengan baik sehingga aman untuk dikirim ke laboratorium pemeriksaan terakreditasi PT. Angler Bio Chem Laboratory di Surabaya. Metode pemeriksaan sampel air limbah menggunakan *Liquid Chromatography/Quadrupole Time of Flight Mass Spectrometry* (LC/Q-TOF/MS) dapat menghasilkan nilai sensitivitas dan selektivitas yang baik serta memiliki kemampuan untuk melakukan *screening* terhadap obat-obatan yang terdapat dalam sampel cairan yang belum diketahui jenisnya. Penggunaan Agilent 6540 Q-TOF/LC/MS merupakan suatu sistem instrumentasi yang terintegrasi dengan beberapa *software* pendukung yaitu *Molecular Feature Extractor*, *Molecular Formula Generator* dan *Accurate Mass Databases* untuk mendeteksi, mengidentifikasi dan memprediksi tingkat konsentrasi dari obat-obatan yang ada di dalam air.

Hasil analisis kualitatif pada kolam primary pond dan saluran buangan air limbah menggunakan *Liquid Chromatography/Quadrupole Time of Flight Mass Spectrometry* (LC/Q-TOF/MS) Agilent 6540 Q-TOF/LC/MS mulai dari *raw data* menjadi kesimpulan akhir jenis antibiotik secara garis besar terlihat pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pemeriksaan Antibiotik pada Sampel Air Limbah RS X

Antibiotik Terdeteksi	RT	Massa (m/z)	BM	Err/mDA	mSigma	Intensiy	CF
Ciprofloxacin	4,38	C ₁₇ H ₁₉ FN ₃ O ₃ ¹⁺	332,140496	0,2	9,4	9,00E+04	100
Lincomycin	4,06	C ₁₈ H ₃₅ N ₂ O ₆ S ¹⁺	407,221034	-0,7	10,9	8,00E+05	100
Metronidazole	3,64	C ₆ H ₁₀ N ₃ O ₃ ¹⁺	172,071668	-0,2	12,1	3,00E+04	100
Netilmicin	4,74	C ₂₁ H ₄₂ N ₅ O ₇ ¹⁺	476,307875	1,4	14,5	3,00E+06	100
Ofloxacin/ Levofloxacin	4,25	C ₁₈ H ₂₁ FN ₃ O ₄ ¹⁺	362,151061	-0,4	16,8	1,50E+05	100

Hasil identifikasi jenis antibiotik dalam sampel air limbah rumah sakit menghasilkan 5 jenis antibiotik yang terdeteksi dari 126 jenis antibiotik yang dilakukan *screening*. Penggunaan kelima jenis antibiotik terhadap pasien melalui oral (tablet, kapsul dan sirup), injeksi dan infus melalui berbagai kegiatan medis (Gambar 2. Pola Aliran Buangan RS) kemudian sisa dari penggunaan antibiotik tersebut dapat bercampur dengan air limbah rumah sakit melalui sistem aliran pembuangan dan bermuara ke *primary pond*.

Riset yang dilakukan terhadap efluen air limbah rumah sakit walaupun sudah melalui proses pengolahan air limbah, akan tetapi masih ditemukan kandungan antibiotik Ciprofloxacin diantaranya :

1. Lokasi penelitian di Kota Bangkok, Thailand menemukan Kuinolon, Ofloxacin, Levofloxacin, Norfloksasin, Sulfametoksazol, Norfloksasin dan Ciprofloxacin [14]
2. Idenifikasi Ciprofloxacin, Tamoxifen dan Cyclophosphamide dengan lokasi penelitian di Perancis [15].
3. Lokasi penelitian di RS Portugal menemukan Amoxicillin, Ciprofloxacin, Fluoroquinolones, Arsenic, Mercury, Metracyclines, Sulfonamides dan Penicillin G [16].
4. Identifikasi senyawa antibiotik seperti Ciprofloxacin, Ofloxacin, Sulfamethoxazole, Azithromycin, Clarithromycin, Acetaminophen dan Ibuprofen dengan lokasi penelitian di Spanyol [17].

KESIMPULAN

Teridentifikasi pola hubungan penggunaan antibiotik di rumah sakit yang memiliki potensi menghasilkan cemaran antibiotik sehingga tercampur dengan air limbah rumah sakit pada kolam Primary Pond dan saluran buangan hasil proses IPAL RS sehingga ditemukan parameter pencemar baru yang terdapat dalam air limbah rumah sakit selain aspek kimia, fisika, biologi dan radioaktif yaitu terdeteksi 5 zat antibiotik (Ciprofloxacin, Lincomycin, Metronidazole, Netilmicin dan Ofloxacin/Levofloxacin) dengan intensitas tertinggi ($9,00E+04$) dimiliki oleh Ciprofloxacin (Tabel 2). Peninjauan ulang terhadap regulasi pemerintah terkait dengan kualitas buangan dari pengolahan air limbah RS dengan melakukan adaptasi terhadap regulasi karena ditemukan parameter pencemar baru air limbah rumah sakit yaitu Antibiotik. Penelitian terdahulu dan regulasi yang berlaku saat ini hanya mengedepankan 4 aspek yaitu kimia, fisika, biologis dan radioaktivitas.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini disponsori oleh Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi dengan Nomor Kontrak 108/SP2H/LT/DRPM/2019 Tanggal 11 Maret 2019. PT.Angler BiochemLab Surabaya atas dukungan analisis laboratorium. Program Studi Doktor Ilmu Lingkungan Universitas Sriwijaya.

DAFTAR PUSTAKA

1. Gavrilescu, M. 2010. Environmental Biotechnology : Achievements , Opportunities and Challenges. Dynamic Biochemistry, Process Biotechnology and Molecular Biology. Global Science Books.
2. Aamand, J., Gavrilescu, M., Agathos, S., & Fava, F. 2014. Emerging Pollutants in the Environment : Present and Future Challenges in Biomonitoring, Ecological Risks and Bioremediation. New Biotechnology, 1–10. <http://doi.org/10.1016/j.nbt.2014.01.001>.
3. Dhani M, Yulinah T. 2011. Kajian Pengelolaan Limbah Padat Jenis B3 Di Rumah Sakit Bhayangkara Surabaya: Surabaya.
4. Keputusan Menteri Kesehatan RI. Nomor : 1204/Menkes/SK/X/2004. Tanggal : 19 Oktober 2004. Persyaratan Kesehatan Lingkungan Rumah Sakit.
5. Peraturan Pemerintah No. 85 Tahun 1999. Tentang : Perubahan Atas Peraturan Pemerintah No. 18. Tahun 1999 Tentang Pengelolaan Limbah Berbahaya dan Beracun.
6. Taylor, D., & Senac, T. 2014. Human pharmaceutical products in the environment–The problem in perspective. Chemosphere, 1–5. <http://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2014.01.011>.
7. Sharma, P., Mathur, N., Singh, A., & Sogani, M. 2015. Monitoring hospital wastewaters for their probable genotoxicity and mutagenicity. Environment Monitoring Assessment. <http://doi.org/10.1007/s10661-014-4180-0>.
8. Carraro, E., Bonetta, S., Bertino, C., Lorenzi, E., Bonetta, S., & Gilli, G. 2016. Hospital effluents management : Chemical , physical , microbiological risks and legislation in different countries. Journal of Environmental Management, 168. <http://doi.org/10.1016/j.jenvman.2015.11.021>.
9. Chonova, T., Keck, F., Labanowski, J., & Montuelle, B. 2016. Science of the Total Environment Separate treatment of hospital and urban wastewaters : A real scale comparison of effluents and their effect on microbial communities. Science of the Total Environment, 542, 965–975. <http://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.10.161>.
10. Gracia-lor, E., Sancho, J. V, Serrano, R., & Hernández, F. 2012. Chemosphere Occurrence and removal of pharmaceuticals in wastewater treatment plants at the Spanish Mediterranean area of Valencia. Chemosphere, 87(5), 453–462. <http://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2011.12.025>.
11. Rivera-utrilla, J., Sánchez-polo, M., Ferro-garcía, M. Á., & Prados-joya, G. 2013. Pharmaceuticals as emerging contaminants and their removal from water . A review. Chemosphere. <http://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2013.07.059>.
12. Hadi, U. 2009, Resistensi Antibiotik, Buku Ajar Ilmu Penyakit Dalam, Edisi V, Jilid III, Jakarta, Interna Publishing.

13. Drlica, K. Perlin D.S. 2011. Antibiotic Resistance Understanding and Responding to an Emerging Crisis. Pearson Education, New Jersey.
14. Hamjinda, N. S., Chiemchaisri, W., Watanabe, T., & Honda, R. 2015. Toxicological assessment of hospital wastewater in different treatment processes. Environmental Science and Pollution Research. <http://doi.org/10.1007/s11356-015-4812-0>.
15. Mater, N., Geret, F., Castillo, L., Faucet-marquis, V., Albasi, C., & Pfohl-leszkowicz, A. 2014. In vitro tests aiding ecological risk assessment of ciprofloxacin, tamoxifen and cyclophosphamide in range of concentrations released in hospital wastewater and surface water. Environment International, 63, 191–200. <http://doi.org/10.1016/j.envint.2013.11.011>.
16. Varela, R. A., Ferro, G., Vredenburg, J., Yan, M., Vieira, L., Rizzo, L., Manaia, C. M. 2013. Vancomycin resistant enterococci: From the hospital effluent to the urban wastewater treatment plant. Science of The Total Environment, 451, 155–161. <http://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.02.015>.
17. Santos, L. H. M. L. M., Gros, M., Rodriguez-Mozaz, S., Delerue-Matos, C., Pena, A., Barceló, D., & Montenegro, M. C. B. S. M. 2013. Contribution of hospital effluents to the load of pharmaceuticals in urban wastewaters: Identification of ecologically relevant pharmaceuticals. Science of The Total Environment, 461-462, 302–316. <http://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.04.077>.