

# Penataan Rancangan Lokasi Instalasi Pengolahan Air Limbah Terpadu Kampus Institut Pertanian Bogor

## (Design Plan for Integrated Waste Water Plant Management of Bogor Agriculture University)

Sigid Hariyadi\*, Niken Tunjung Murti Pratiwi, Majariana Krisanti, Adham Panji, Dwi Yuni Wulandari

(Diterima November 2018/Disetujui Mei 2020)

### ABSTRAK

Sampai saat ini belum ada Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) secara terpusat di Institut Pertanian Bogor, yang ada adalah pengolahan air limbah di beberapa lokasi yang tersebar di lingkungan kampus. Berbagai aktivitas di kampus IPB Dramaga berpotensi menghasilkan air limbah, seperti kegiatan laboratorium, terutama laboratorium kimia dan biologi, kantin, perkantoran, dan asrama. Keberadaan laboratorium yang tersebar tersebut memerlukan suatu IPAL yang terpusat dan terpadu. Untuk itu, diperlukan pemetaan persebaran air limbah guna penataan rancangan lokasi instalasi pengolahan air limbah tersebut di dalam lingkungan kampus. Wawancara dengan pelaku kegiatan, pengukuran kualitas air limbah, dan pengambilan contoh dilakukan pada unit-unit kerja penghasil air limbah di kampus IPB. Persebaran air limbah tersebut dikelompokkan berdasarkan lokasi unit-unit kerja penghasil limbah dan diidentifikasi jenis limbah yang dihasilkan (B3 dan non-B3), kemudian disajikan dalam sebuah peta. Peta tersebut dijadikan acuan dalam penentuan lokasi instalasi pengolahan air limbah. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa setiap unit kerja memberikan sumbangan limbah organik yang tidak terlalu berbeda, sumber air limbah anorganik dan air limbah B3 persebarannya mengikuti lokasi laboratorium yang juga cukup tersebar di kawasan kampus IPB Dramaga. Berdasarkan persebaran limbah yang ada, keberadaan air limbah di lingkungan kampus IPB terbagi ke dalam dua kelompok wilayah lokasi. Oleh karena itu lokasi instalasi pengolah air limbah diarahkan pada dua lokasi, yaitu di sisi Timur Laut (IPAL I) dan sisi Barat (IPAL II) kampus IPB.

**Kata kunci:** distribusi air limbah, IPAL, karakteristik air limbah

### ABSTRACT

Until now there has not been a centralized Wastewater Treatment Plant (WWTP) in IPB, even though there are wastewater treatments in several locations that are scattered in the campus area. Various activities on the Dramaga IPB campus have the potential to produce wastewater, such as laboratory activities, especially chemical and biological laboratories, canteens, offices, and dormitories. The existence of scattered laboratories requires a centralized and integrated WWTP. For this reason, mapping of wastewater distribution is needed to arrange the location of the wastewater treatment plant, within the campus. Interviews with the perpetrators of activities, measurement of wastewater quality, and sampling, were carried out at the work units producing wastewater on the campus of IPB. The distribution of wastewater was grouped according to the location of the work units producing waste and identified the types of waste produced (B3-dangerous and toxic and non-B3), then presented in a map. The map was used as a reference in determining the location of wastewater treatment plants. The results showed that each work unit contributes organic waste that was not too different, the source of inorganic and B3 wastewater distribution followed the location of the laboratory which was also quite scattered in the Dramaga IPB campus area. Based on the distribution of available waste, the presence of wastewater in the campus environment of IPB was divided into two regional groups. Therefore, the location of the wastewater treatment plant was directed at two locations, namely on the Northeast side (IPAL I) and the West side (IPAL II) of IPB campus.

**Keywords:** wastewater characteristics, wastewater distribution, wastewater treatment plant

### PENDAHULUAN

Limbah padat, cair, atau gas adalah sisa dari suatu usaha atau kegiatan (UU RI No. 32 Tahun 2009). Limbah dalam bentuk zat cair dapat mengandung bahan berbahaya dan beracun (B3) karena sifat,

Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680

\* Penulis Korespondensi: Email: [Sigidh100@yahoo.com](mailto:Sigidh100@yahoo.com)

konsentrasi, dan jumlahnya dapat mencemari atau membahayakan lingkungan hidup, kesehatan, kelangsungan hidup manusia, serta makhluk hidup lain. Limbah cair dapat dihasilkan dari kegiatan laboratorium, kantin, dan toilet. Pengelolaan air limbah sangat penting untuk perlindungan lingkungan dan kesehatan manusia (Grd *et al.* 2012). Menurut UU RI No.32 Tahun 2009 (UU 2009), industri maupun instansi harus bertanggung jawab atas pengelolaan limbah yang dihasilkan. Beberapa institusi pendidikan tinggi berpotensi menghasilkan air limbah dari kegiatan

laboratorium, kantin, dan toilet. Karakteristik limbah yang dihasilkan dari kegiatan-kegiatan tersebut dapat berupa air limbah organik, anorganik, dan B3.

Pada saat ini, pengelolaan limbah cair di kampus IPB Dramaga belum dilakukan secara terpadu. Pengelolaan limbah cair dilakukan di masing-masing unit kerja berdasarkan kluster laboratorium di setiap fakultas atau di kluster unit kerja tertentu. Terdapat sekitar 553 unit Laboratorium (dari berbagai disiplin ilmu), sekitar 900-an toilet, dan 14 kantin di kawasan kampus IPB Dramaga yang seluas 267 ha (Humas IPB 2014), yang menghasilkan limbah cair setiap harinya. Limbah cair ini dapat berupa limbah bahan-bahan kimia hasil pencucian atau sisa, ataupun berupa bahan organik. Limbah cair ini pada akhirnya akan masuk ke sungai di sekitar kampus, yakni Sungai Cihideung dan Sungai Ciapus. Pada umumnya, pada saat pembangunan gedung setiap laboratorium sudah dilengkapi dengan unit pengolahan limbah cair, hanya saja sepertinya kebanyakan cukup sederhana, hanya terbatas pada netralisasi pH dan satu-dua bak pengendapan. Untuk laboratorium kimia atau biologi, bila protokol pengolahan tidak dilakukan dengan disiplin, kemungkinan hasil pengolahannya masih belum memenuhi standar. Sejauh ini, pengelolaan limbah cair di kampus IPB baru berupa penyaluran air limbah ke saluran pembuangan yang akhirnya menuju ke sungai. Beberapa laboratorium sudah melakukan pemisahan air limbah, yakni yang berupa limbah bahan berbahaya dan beracun (B3) ditampung tersendiri sampai sejumlah volume tertentu untuk kemudian dikirim ke instansi pengolah B3; tetapi beberapa laboratorium kemungkinan masih membuang semua limbahnya ke saluran pembuangan sehingga dapat mencemari lingkungan perairan.

Sumber-sumber limbah cair yang dihasilkan perlu dipetakan berdasarkan lokasi, dan karakteristiknya. Pemetaan ini akan menjadi acuan dalam perancangan instalasi pengolahan air limbah untuk mengolah air limbah yang dihasilkan dari kegiatan kampus IPB.

Tujuan penelitian ini adalah untuk memetakan sumber-sumber limbah cair yang dihasilkan dari kegiatan kampus IPB berdasarkan karakteristiknya dan merancang lokasi instalasi pengolahan air limbah terpadu.

## METODE PENELITIAN

### Data, Waktu, dan Lokasi Pengamatan

Kegiatan wawancara, pengamatan, dan pengambilan contoh air limbah dilakukan pada bulan April–Juni 2018. Pengamatan kualitas air dan pengambilan contoh air dilakukan pada beberapa laboratorium, saluran pembuangan kantin, dan toilet yang mewakili kluster fakultas dan unit kerja di lingkungan kampus Institut Pertanian Bogor, Darmaga yang mencakup 19 titik observasi. Analisis contoh dilakukan di Laboratorium Produktivitas dan Lingkungan Perairan serta Laboratorium Biologi Mikro I, Departemen Manajemen

Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.

### Metode Pengumpulan Data

Wawancara dilakukan kepada penanggung jawab atau laboran atau teknisi laboratorium kimia, biologi, dan fisika yang menjadi objek observasi dan kepada pedagang atau pengelola kantin, juga kepada pengelola sarana dan prasarana IPB, sebagai responden. Wawancara mencakup kegiatan yang dilakukan, frekuensi pembuangan air limbah, karakteristik air limbah, volume air limbah, dan pengelolaan air limbah.

Pengamatan dan pengambilan contoh dilakukan pada dua kondisi penanganan air limbah, yaitu air limbah pada saluran pembuangan dan air limbah pada penampungan. Pengamatan dan pengambilan air limbah pada saluran pembuangan bertujuan untuk mengkonfirmasi kondisi air limbah hasil kegiatan laboratorium yang dibuang menuju saluran pembuangan. Pengamatan mencakup pengukuran langsung kandungan oksigen (DO), suhu, dan pH air. Contoh air limbah selanjutnya dianalisis di laboratorium untuk analisis parameter kualitas air yang meliputi *biological oxygen demand* (BOD), *chemical oxygen demand* (COD), amonia (NH<sub>3</sub>), nitrit (NO<sub>2</sub>), nitrat (NO<sub>3</sub>), besi (Fe), mangan (Mn), tembaga (Cu), krom heksavalen (Cr<sup>6+</sup>), krom total (Cr), kadmium (Cd), air raksa (Hg), timbal (Pb), stanum (Sn), arsen (As), nikel (Ni), dan kobalt (Co) (APHA 2017). Sementara itu, pengamatan dan pengukuran jarak antara setiap lokasi dan elevasi dilakukan dengan mengukur jarak dan elevasi setiap lokasi pada peta topografi kampus IPB. Peta topografi kampus IPB diperoleh dari hasil kajian Khalid (2013), sedangkan sebagai peta dasar digunakan citra satelit yang diambil dan diolah dari situs jaringan *google*, *yahoo*, *bing*, dan *space*.

### Analisis Data

Data kualitas air limbah hasil pengamatan dikelompokkan ke dalam air limbah non-B3 (non-B3 dari toilet dan kantin, dan non-B3 laboratorium), dan air limbah B3 (air limbah yang mengandung B3) dengan mengacu pada Permen LH Nomor 5 Tahun 2014 (baku mutu air limbah) dan Peraturan Pemerintah Nomor 101 Tahun 2014 (limbah B3). Gabungan antara hasil karakteristik dan pengelompokan air limbah ini dengan data hasil wawancara, diperoleh karakteristik kelompok air limbah dan beban atau intensitasnya sehingga dapat dipetakan sebaran sumber air limbah.

Berdasarkan peta sebaran sumber air limbah tersebut dibuat pengelompokan sumber dengan *hierarchical cluster analysis* (Legendre & Legendre 1983) dengan elevasi dan jarak tiap lokasi sumber limbah menuju lokasi terendah sebagai parameter. Lokasi terendah dan keberadaan aliran sungai di sekitar kampus, dijadikan sebagai acuan lokasi penempatan instalasi pengolah air limbah. Penyusunan peta persebaran air limbah beserta sumbernya serta jalur pengaliran dan posisi lokasi instalasi pengolahan air limbah dilakukan dengan memanfaatkan aplikasi *ArcGIS*.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Kualitas air limbah dari 19 titik observasi yang merupakan buangan dari laboratorium dan saluran pembuangan dari kantin dan toilet, menunjukkan bahwa pada umumnya nilai BOD dan COD air limbah sudah tergolong tinggi atau melebihi baku mutu, nilai pH air limbah ada yang tergolong sangat asam (pH sekitar 4), sebagian air limbah mengandung Hg, Pb, Mn, dan Cu yang tinggi atau melebihi baku mutu (Tabel 1). BOD (*Biological Oxygen Demand*) dan COD (*Chemical Oxygen Demand*) adalah kebutuhan oksigen air untuk proses penguraian bahan organik secara biologis (dalam hal ini mikrobiologis) dan untuk proses penguraian bahan organik secara kimia (APHA 2017) sehingga menggambarkan kandungan bahan organik dalam air (Boyd 2000; Asano *et al.* 2007). Dengan demikian, terlihat bahwa pada umumnya kandungan bahan organik air limbah cukup tinggi. Hampir semua air limbah contoh yang dianalisis bernilai BOD dan COD yang tinggi (melebihi baku mutu), pada air limbah dari beberapa laboratorium bahkan nilainya jauh lebih tinggi daripada air limbah kantin.

Kandungan beberapa logam berat seperti Hg, Mn, Pb, dan Cu yang tergolong limbah B3 (Permen LH No. 5 2014) dalam air limbah, baik di penampungan maupun di saluran, dalam konsentrasi yang tinggi (melebihi baku mutu), menunjukkan masih adanya limbah B3 dari laboratorium yang terbuang di saluran.

Hasil wawancara dan observasi juga menunjukkan bahwa dari 7 fakultas dan 3 unit kluster (kluster PPKU atau CCR, PPLH, dan RPH yang ada di IPB, setidaknya terdapat 24 laboratorium kimia dan biologi yang menghasilkan limbah cair organik dan anorganik (non-B3), yang sekitar 80% (19 laboratorium) di antara-

nya menghasilkan limbah cair B3. Volume limbah cair yang dihasilkan setiap laboratorium berkisar 2–30 L/bulan, atau rata-rata sekitar 13 L/bulan. Di antara ke-24 laboratorium tersebut, hanya 7 laboratorium yang mempunyai IPAL mandiri; dua di antaranya tidak berfungsi dengan baik (Tabel 2).

Hasil pendugaan distribusi sumber air limbah organik dan air limbah B3 berdasarkan observasi dan wawancara disajikan pada Gambar 1. Sebaran air limbah B3 terutama terkait dengan air limbah yang berasal dari laboratorium kimia dan biologi, sedangkan air limbah organik selain terkait dengan kegiatan perkantoran-perkuliahan-asrama (toilet), dan kantin, juga terkait dengan kegiatan laboratorium. Laboratorium kimia dan biologi berada di hampir setiap fakultas kecuali Fakultas Ekonomi dan Manajemen (FEM), mulai dari Fakultas Kedokteran Hewan (FKH), termasuk Rumah Sakit Hewan, Fakultas Peternakan (FAPET), Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan (FPIK), Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA), Fakultas Teknologi Pertanian (FATETA), Fakultas Ekologi Manusia (FEMA), Fakultas Kehutanan (FAHUTAN), dan Fakultas Pertanian (FAPERTA). Selain itu laboratorium kimia juga ada di kluster Tingkat Persiapan Bersama atau CCR (*Common Class Room*) dan di Pusat Penelitian Lingkungan Hidup (PPLH).

Analisis kluster berdasarkan jarak dan elevasi sumber air limbah terhadap sungai penerima menunjukkan bahwa terbentuk dua kelompok besar, yakni yang menuju lokasi terendah dekat asrama B (Kelompok 1) dan yang menuju lokasi terendah Rumah Potong Hewan (RPH) Elindo (Kelompok 2). Kelompok 1 meliputi sumber air limbah dari kluster FAPERTA, FATETA, FEMA, FAHUTAN, CCR, asrama A dan asrama B, sedangkan Kelompok 2 mencakup air

Tabel 1 Hasil analisis air limbah dari saluran pembuangan dan penampungan

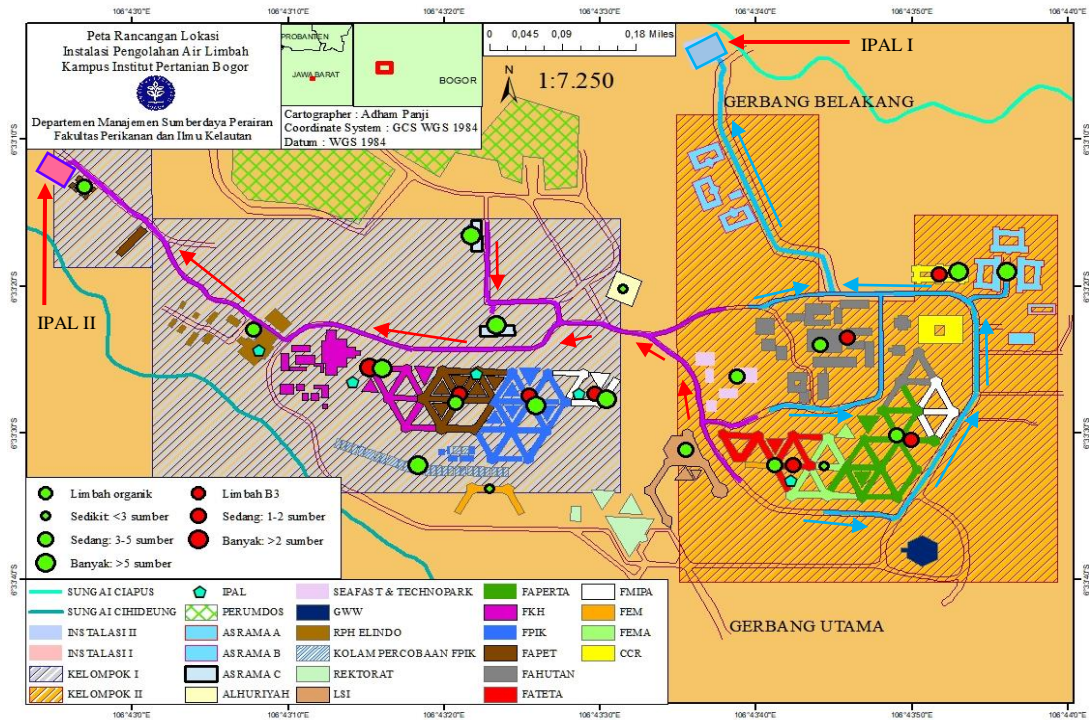
Parameter	Baku mutu*) Golongan		Saluran	Penampungan
	I	II		
pH	6–9	6–9	4,8–6,2	4,3–8,2
BOD <sub>5</sub>	50	150	135–25000	21–44800
COD	100	300	305–85696	115–120886
Amonia (NH <sub>3</sub> -N)	1	5	0,019–0,165	0,017–14,203
Nitrat (NO <sub>3</sub> -N)	20	30	1,160–1,726	0,192–2,258
Nitrit (NO <sub>2</sub> -N)	1	3	0,005–0,022	0,002–0,063
Raksa (Hg)	0,002	0,005	0,0014–0,1508	0,0006–0,0115
Arsen (As)	0,1	0,5	0,0215	0,0061–0,0118
Besi (Fe)	5	10	0,379	0,045–0,100
Kadmium (Cd)	0,05	0,1	0,002	0,002
Krom heksavalen (Cr <sup>6+</sup> )	0,1	0,5	0,001	0,001
Krom total (Cr)	0,5	1	0,081	0,010
Mangan (Mn)	2	5	2,141	9,244–24,579
Kobalt (Co)	0,4	0,6	0,008–0,120	0,045–0,351
Selenium (Se)	0,05	0,5	0,0020	0,0016–0,0020
Seng (Zn)	5	10	0,431	0,016–0,058
Timah Hitam (Pb)	0,1	1	0,881–7,772	0,067–0,505
Tembaga (Cu)	2	3	3,856	0,008–0,017
Nikel (Ni)	0,2	0,5	0,172	0,016–0,044
Minyak dan Lemak	10	20	2–3	-

Keterangan: \*) Baku mutu air limbah Golongan I dan II (Permen LH Nomor 5 Tahun 2014)

Tabel 2 Sumber dan jenis air limbah di kampus IPB Darmaga, Bogor

Lokasi	Sumber Air Limbah	Jenis air limbah			Volume (L/bln)	IPAL Mandiri*
		Organik	Anorganik	B3		
FAPERTA	Toilet	v	-	-	-	
	Kantin	v	-	-	-	
	Laboratorium Kimia Tanah MSL	v	v	v	5	
	Laboratorium Kimia dan Biologi PTN	v	v	v	10	
	Lab Kimia AGH	v	v	-	2	
FKH	Toilet	v	-	-	-	
	Kantin	v	-	-	-	
	Laboratorium Kimia dan Biologi AFF	v	v	v	15	
	Laboratorium Kimia dan Biologi KRP	v	v	v	15	ada (+)
	Laboratorium Kimia dan Biologi PHKM	v	v	v	15	
	RS Hewan (Kimia dan Biologi)	v	v	v	10	ada (+)
FPIK	Toilet	v	-	-	-	
	Kantin Dolphin	v	-	-	-	
	Kantin BC	v	-	-	-	
	Laboratorium Kimia dan Biologi BDP	v	v	v	10	
	Laboratorium Kimia Perairan dan Biologi MSP	v	v	v	20	ada (+)
	Laboratorium Kimia Pangan THP	v	v	-	-	
	Laboratorium Kimia dan Biologi ITK	v	v	v	-	
FAPET	Toilet	v	-	-	-	
	Kantin	v	-	-	-	
	Laboratorium Kimia dan Biologi INTP	v	v	v	5	ada (-)
	Laboratorium Kimia dan Biologi IPTP	v	v	v	-	ada (-)
FAHUTAN	Toilet	v	-	-	-	
	Kantin	v	-	-	-	
	Laboratorium Kimia dan Biologi THH	v	v	-	10	
	Laboratorium Kimia dan Biologi SVK	v	v	v	15	
FATETA	Toilet	v	-	-	-	
	Kantin	v	-	-	-	
	Laboratorium Kimia Pangan ITP	v	v	v	15	
	Laboratorium Kimia Lingkungan TIN	v	v	v	20	ada (+)
FMIPA	Toilet	v	-	-	-	
	Kantin	v	-	-	-	
	Laboratorium Biologi	v	v	-	10	
	Laboratorium Kimia	v	v	v	15	
	Laboratorium Kimia dan Biologi Biokimia	v	v	v	30	
FEM	Toilet	v	-	-	-	
	Kantin	v	-	-	-	
FEMA	Toilet	v	-	-	-	
	Kantin	v	-	-	-	
	Laboratorium Kimia Pangan GM	v	v	-	5	
PPKU (CCR)	Toilet	v	-	-	-	
	Kantin	v	-	-	-	
	Laboratorium Biologi	v	v	-	5	
	Laboratorium Kimia	v	v	v	25	ada (-)
	Asrama C1	v	-	-	-	
	Asrama C2	v	-	-	-	
	Asrama C3	v	-	-	-	
	Asrama C4	v	-	-	-	
	Asrama A1	v	-	-	-	
	Asrama A2	v	-	-	-	
	Asrama A3	v	-	-	-	
	Asrama A4	v	-	-	-	
	Asrama A5	v	-	-	-	
Asrama A6	v	-	-	-		
PPLH	Toilet	v	-	-	-	
	Kantin	v	-	-	-	
	Laboratorium Kimia dan Biologi	v	v	v	-	
RPH (PT Elindo)	Kandang Sapi	v	-	-	-	
	Kandang Ayam	v	-	-	-	ada (+)
	Kandang Kambing	v	-	-	-	

Keterangan: \*) tanda (+) menunjukkan IPAL aktif dan berfungsi, (-) berarti tidak aktif atau rusak.



Gambar 1 Persebaran sumber air limbah di lingkungan kampus IPB Dramaga dan rancangan lokasi IPAL terpadu. Blok arsir sebelah kanan (Wilayah I) mengarah ke lokasi IPAL I; blok arsir sebelah kiri dan klaster Rektorat-PPLH (Wlayah II) mengarah ke lokasi IPAL II.

limbah dari klaster FKH, FAPET, FPIK, FMIPA, FEM, Rektorat-PPLH, asrama C dan RPH Elindo (Gambar 2).

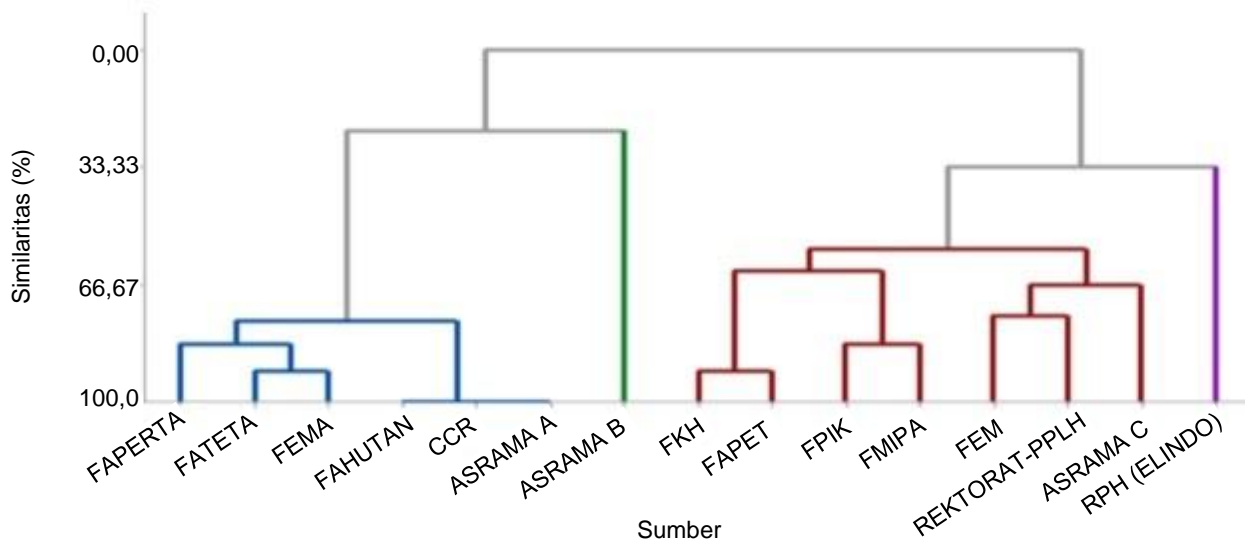
Instalasi pengolahan air limbah (IPAL) yang ada sebagian besar masih berfungsi, tetapi tampaknya tidak cukup optimal memperbaiki air limbah yang dihasilkan. Hal ini terlihat dari air limbah di saluran yang masih mengandung bahan berbahaya B3 melebihi baku mutu (Tabel 1). Keadaan ini bisa jadi karena sistem pengolahan pada beberapa IPAL yang ada masih sangat sederhana, yakni hanya berupa netralisasi pH dan bak penampungan sehingga tidak cukup efektif memperbaiki kualitas air limbah. Selain itu, beberapa IPAL terlihat rusak dan tidak terawat.

Laboratorium kimia dan biologi pada umumnya menghasilkan limbah B3 (Suprihatin & Indrasti 2010), terkait dengan sisa bahan kimia yang digunakan, termasuk logam berat (Wilyanda *et al.* 2015) sehingga perlu penanganan khusus. Beberapa laboratorium di FKH, FAPET, FPIK, FAHUTAN, FATETA, FMIPA, dan PPLH sudah memisahkan air limbah B3-nya dengan menampungnya dalam satu kontainer untuk nantinya dikirim untuk diolah di instansi pengolahan limbah B3 yang berwenang. Akan tetapi, hasil pengamatan menunjukkan masih adanya limbah B3 berupa beberapa logam berat yang konsentrasinya masih tinggi pada saluran pembuangan sebagaimana terlihat pada Tabel 1. Hal ini kemungkinan berasal dari limbah pencucian peralatan laboratorium atau karena IPAL yang tidak berfungsi baik.

Kegiatan administrasi kampus, kegiatan perkuliahan, dan paraktikum mahasiswa, serta kegiatan

asrama di kampus adalah kegiatan-kegiatan yang menghasilkan air limbah organik melalui toilet-toilet yang ada. Walaupun buangan dari toilet-toilet tersebut masuk ke sistem *septic tank* yang ada, sebagian dari buangan toilet-toilet tersebut juga terbuang ke saluran pembuangan atau saluran drainase. Demikian juga kegiatan kantin-kantin yang ada menghasilkan air limbah cucian yang merupakan limbah organik dan terbuang ke saluran drainase. Air limbah kegiatan domestik yang kandungan bahan organiknya tinggi ini dapat mencemari lingkungan karena akan menurunkan kandungan oksigen perairan untuk proses dekomposisi, meningkatkan kandungan amonia dan bau (Sumantri & Cordova 2011). Bahan organik, anorganik, maupun gas yang terkandung dalam air limbah domestik juga dapat menyebabkan berbagai penyakit (Suoth & Nazir 2016).

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sumber air limbah, baik yang organik, anorganik (non-B3) maupun yang mengandung B3, tersebar cukup merata di lingkungan kampus (Gambar 1). Hasil observasi juga menunjukkan bahwa ketiga jenis air limbah tersebut masuk ke sistem saluran drainase yang sama atau tidak terpisah. IPAL-IPAL mandiri yang ada tidak cukup efektif memperbaiki kualitas air limbah dengan masih tingginya kandungan bahan-bahan pencemar yang ada dalam air di saluran (Tabel 1). Oleh karena itu, diperlukan suatu instalasi pengolahan air limbah terpadu, yakni IPAL di satu atau dua lokasi tertentu yang mengolah air limbah yang berasal dari berbagai sumber kegiatan dan lokasi yang tersebar tersebut. Sistem dalam IPAL yang disarankan untuk dibangun ini



Gambar 2 Hasil analisis kluster berdasarkan jarak dan elevasi sumber air limbah di kampus IPB Darmaga.

nantinya menggunakan sistem pengolahan air yang dapat menurunkan kandungan bahan organik, nutrisi, dan logam-logam dalam air sehingga memenuhi baku mutu sebagai air buangan. Terdapat beberapa alternatif sistem pengolahan limbah yang dapat diterapkan, seperti sistem lumpur aktif (*activated sludge*), sistem *trickling filters*, sistem *rotating biological contactors* (RBC), atau kombinasinya (Metcalf & Eddy 2003), atau sistem koagulasi-flokulasi dengan filtrasi fisik dan filtrasi kimia (Raimon 2011; Said 2009). Sistem mana yang akan dipilih untuk digunakan, nantinya perlu kajian lebih lanjut terkait efisiensi dan kapasitasnya.

Mengingat adanya dua sungai yang mengalir di sekitar kampus IPB Dramaga, maka keberadaan kedua sungai ini dijadikan pertimbangan dalam penentuan lokasi IPAL terpadu tersebut. Hasil analisis klustering berdasarkan jarak dan elevasi ke arah lokasi terendah, ternyata menghasilkan dua kelompok sumber, yakni kelompok 1 (Faperta-Asrama B) dan kelompok 2 (Rektorat-FPIK-Asrama C-RPH) (Gambar 2). Maka berdasarkan hasil ini dengan pertimbangan jarak dan kemudahan pengaliran air, disarankan dibangun IPAL pada dua lokasi, yakni IPAL I berada di bagian utara dekat pintu gerbang belakang kampus IPB Dramaga dan dekat Sungai Ciapus, dan IPAL II di bagian barat laut, dekat Laboratorium Lapang C FAPET dan dekat Sungai Cihideung (Gambar 1). IPAL I dimaksudkan untuk mengolah air limbah yang dihasilkan berbagai kegiatan di Wilayah I (bagian timur), yang meliputi FATETA, FAPERTA, FEMA, FAHUTAN, CCR, asrama A, dan asrama B, sedangkan IPAL II untuk mengolah air limbah yang dihasilkan berbagai kegiatan di Wilayah II (bagian tengah dan barat), yang mencakup Rektorat-PPLH, FKH, FAPET, FPIK, FMIPA, FEM, asrama C, dan RPH. Air limbah yang telah diolah nantinya dapat dialirkan langsung menuju dua ruas sungai yang berada di sisi kampus IPB. Air terolah dari Instalasi I dapat dialirkan langsung

menuju Sungai Cihideung, dan dari Instalasi II dapat dialirkan menuju Sungai Ciapus.

Pengelolaan kedua IPAL terpadu tersebut nantinya diharapkan dikelola secara terpusat oleh universitas atau IPB, misalnya oleh Direktorat Sarana dan Prasarana sehingga koordinasi dengan kegiatan-kegiatan yang menjadi sumber air limbah lebih mudah dilakukan. Sementara itu, IPAL-IPAL mandiri yang ada diharapkan tetap difungsikan dengan baik, selain sebagai upaya tanggung jawab penghasil limbah juga untuk mengurangi beban pengolahan air limbah di kedua IPAL terpadu tersebut. Pemisahan limbah B3 dengan menampung dan menyimpan sesuai persyaratan keamanan dan keselamatan (Anggarini *et al.* 2014) untuk kemudian diolah di instalasi pengolahan yang berwenang, juga tetap perlu dilakukan oleh setiap laboratorium. Dengan demikian, diharapkan upaya untuk mencapai *Green Campus* IPB secara menyeluruh dapat segera terwujud.

## KESIMPULAN

Karakteristik air limbah dari berbagai kegiatan di IPB pada umumnya mengandung bahan organik yang tinggi. Selain itu, air limbah juga mengandung bahan berbahaya dan beracun (B3) yang melebihi baku mutu, khusus air limbah dari kegiatan laboratorium. Sumber air limbah ini cukup tersebar di kawasan kampus IPB Darmaga. Berdasarkan sebaran air limbah tersebut, terbentuk dua kelompok lokasi wilayah sebaran air limbah yang keberadaannya terkait unit-unit kegiatan penghasil air limbah. Berdasarkan kedua wilayah sebaran air limbah tersebut, dihasilkan rancangan aliran air limbah yang mengalir kedua lokasi IPAL. IPAL I untuk air limbah dari Wilayah I (bagian Timur) berlokasi di bagian Utara kampus IPB Darmaga dengan buangan akhir mengarah ke Sungai Ciapus, sedangkan IPAL II untuk air limbah di Wilayah II

(bagian tengah dan Barat) berlokasi di bagian Barat Laut kampus IPB Dramaga dengan hasil olahan yang dapat dibuang ke Sungai Cihideung.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anggarini NH, Stefanus M, Prihatiningsih. 2014. Pengelolaan dan karakteristik limbah B3 di PAIR berdasarkan potensi bahaya. *Jurnal Bioteknologi*. 5 (1): 41–49.
- [APHA] American Public Health Association. 2017. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 23rd ed. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation
- Asano T, Burton FL, Leverenz HL, Tsuchihashi R, Tchobanoglous G. 2007. *Water Reuse: Issues, Technologies, and Applications*. Metcalf & Eddy, Inc. The McGraw-Hill Companies, Inc. New York.
- Boyd CE. 2000. *Water quality: an introduction*. New York (US). Springer Science+Business Media. [https://doi.org/10.1007/978-1-4615-4485-2\\_1](https://doi.org/10.1007/978-1-4615-4485-2_1)
- Grd, Dijiana, Dobsa J, Simunic-M V, Tompic T. 2012. Analysis of Heavy Metals Concentration in Wastewater along Highways in Croatia. *Journal of Computing and Information Technology*. 5 (20): 209–215. <https://doi.org/10.2498/cit.1002099>
- Humas IPB. 2014. Institut Pertanian Bogor (IPB) Status: Perguruan Tinggi Negeri Badan Hukum (PTN-BH) [Internet]. [diunduh 2020 Mei 18]; 1-11. Tersedia pada: <https://ipb.ac.id/media/document/pdf/profil-ipb-2014.pdf>
- Khalid M. 2013. Perencanaan Sistem Penyaluran Air Limbah Laboratorium di Kampus IPB Dramaga, Bogor. [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Legendre L, Legendre P. 1983. *Numerical Ecology*. AMSTerdam (NL): Elsevier Scientific Publishing Company.
- Metcalf, Eddy. 2003. *Wastewater Engineering: Treatment and Reuse*. 4<sup>th</sup> ed. (Revised by: G Tchobanoglous, FL Burton, HD Stensel). Boston, New York (US): McGraw-Hill Company, Inc.
- Permen LH. 2014. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah. Jakarta (ID).
- Raimon. 2011. Pengolahan air limbah laboratorium terpadu dengan sistem kontinu. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri*. 22(2): 18–27.
- Said M. 2009. Pengolahan air limbah laboratorium dengan menggunakan koagulan alum sulfat dan poli aluminium klorida (PAC). *Jurnal Penelitian Sains*. 12(8):38–43.
- Sumantri A, Cordova MR. 2011. Dampak limbah domestik perumahan skala kecil terhadap kualitas air ekosistem penerimanya dan dampaknya terhadap kesehatan masyarakat. *Journal of Natural Resources and Environmental Management*. 1(2): 127.
- Suoth AE, Nazir E. 2016. Karakteristik air limbah rumah tangga (*Grey Water*) pada salah satu perumahan menengah keatas yang berada di Tangerang Selatan. *Journal Ecolab*. 10(2): 47–102. <https://doi.org/10.20886/JKLH.2016.10.2.80-88>
- Suprihatin, Indrasti NS. 2010. Penyisihan logam berat dari limbah cair laboratorium dengan metode presipitasi dan adsorpsi. *Makara Sains*. 14(1): 44–50. <https://doi.org/10.7454/mss.v14i1.473>
- [UU] Undang Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Jakarta (ID).
- Wilyanda, Yelmida, Chairul. 2015. Pengolahan limbah cair logam berat (Limbah B3) secara presipitasi dan koagulasi di UPT pengujian dinas pekerjaan umum. *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Riau*. 2(2): 1–10.