

PERAN *DEMONSTRATION SITE STATION* TERHADAP PENURUNAN KONSENTRASI AIR LIMBAH RUMAH TANGGA DI SEKITAR SUNGAI CILIWUNG

(The Effect of Demonstration Site Station on Decreasing of Household's Wastewater Concentration Around Ciliwung River)

Melania Hanny Aryantie, Sri Unon Purwati, Alfonsus H. Harianja dan Muhamad Yusup Hidayat

Pusat Penelitian dan Pengembangan Kualitas dan Laboratorium Lingkungan
Kawasan Puspiptek Gedung 210, Tangerang Selatan, 15314, Indonesia
E-mail: melania.hanny@gmail.com; unon.purwati@gmail.com; alfonso_hrj@yahoo.com;
yusup.fairuz@gmail.com

Diterima 27 Juli 2017, direvisi 20 Juli 2018, disetujui 23 Juli 2018

ABSTRACT

This paper presents the correlation between socio-economic characteristics of the community around Ciliwung river basin with effort to reduce the concentration of household wastewater after treatment by using demonstration site station (DSS). Effects of socio-economic characteristics of the community which are categorized as internal and external factors that encompassed their decision in DSS application was tested by using logistic regression analysis. The results showed that the decision DSS adoption was affected by intrinsic factors such as the mothers' role on every family and knowledge of the benefits of 3R (reduce, reuse, recycle) in waste management, as well as external factors such as key person leadership regarding household liquid waste management and availability of domestic waste processing installation. Moreover, water quality test after DSS treatment showed that declining concentration of tested parameters were among others: total phosphate (T-P), biochemical oxygen demand (BOD), chemical oxygen demand (COD), total suspended solid (TSS), potential of hydrogen (pH), and oil and fat. Oil and fat parameter can be controlled through waste sorting, in DSS, while methylene blue active substances (MBAS) had no effect.

Keywords: Domestic wastewater; pollution; logistic regression.

ABSTRAK

Tulisan ini bertujuan untuk menyajikan keterkaitan antara karakteristik sosial-ekonomi masyarakat di daerah aliran sungai Ciliwung dengan usaha penurunan konsentrasi limbah rumah tangga melalui rekayasa sosial *demonstration site station* (DSS). Pengaruh variabel karakteristik sosial-ekonomi masyarakat yang dikategorikan sebagai faktor internal dan eksternal terhadap penerapan DSS diuji dengan menggunakan analisis regresi logistik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa keputusan penerapan kegiatan pengelolaan air limbah domestik dipengaruhi oleh faktor intrinsik yakni peranan ibu rumah tangga dan pengetahuan akan manfaat 3R (*reduce, reuse, recycle*) dalam pengelolaan limbah serta faktor ekstrinsik yakni contoh dan ajakan dari tokoh masyarakat mengenai pengelolaan limbah cair rumah tangga serta ketersediaan instalasi pengolahan limbah cair rumah tangga dan mengolahnya menjadi barang yang bermanfaat. Selanjutnya, pengujian konsentrasi limbah setelah perlakuan DSS menunjukkan bahwa parameter uji yang menurun konsentrasinya adalah *total phosphate* (T-P), *biochemical oxygen demand* (BOD), *chemical oxygen demand* (COD), *total suspended solids* (TSS), *potential of hydrogen* (pH), serta minyak dan lemak (ML). Parameter ML dapat dikendalikan melalui pemilahan limbah yang dilakukan dalam DSS, sedangkan *methylene blue active substances* (MBAS) tidak terpengaruh.

Kata kunci: Limbah domestik; pencemaran; regresi logistik.

I. PENDAHULUAN

Kegiatan permukiman atau aktivitas rumah tangga merupakan salah satu faktor yang menyebabkan polusi air, kontribusinya sebesar 47,62% (Widiyanto, Yuniarno, & Kuswanto, 2015). Penelitian Yudo (2010) bahkan sudah mencatat bahwa Sungai Ciliwung yang melintasi Kabupaten Bogor, Kota Bogor, dan Provinsi DKI Jakarta tercemar limbah domestik sebesar 80% yang berasal dari kegiatan permukiman. Untuk mengelola air limbah yang berasal dari rumah tangga, maka perlu melibatkan masyarakat sebagai produsen air limbah tersebut, dengan syarat terdapat kesadaran masyarakat akan kesehatan dan kelestarian lingkungan (Hardjasoemantri dalam Ardhana, 2012; Alviya, Suryandari, Maryani, & Muttaqin, 2016).

Partisipasi masyarakat dalam pengelolaan lingkungan termasuk dalam pengelolaan sampah, sudah menjadi topik yang dikaji oleh beberapa peneliti, seperti kajian yang dilakukan oleh Maharani, Suarna, & Suyasa (2007), Manurung (2013), dan Setiadi (2015). Namun demikian, walaupun sama-sama potensial mencemari sungai, dalam penelitian ini, obyek pengelolaan adalah secara khusus air limbah atau limbah cair rumah tangga. Sampah dengan air limbah dibedakan menurut wujudnya. Sampah adalah sisa kegiatan sehari-hari manusia dan/atau proses alam yang berbentuk padat menurut Undang-Undang (UU) Nomor 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah (KLH, 2008), sementara air limbah adalah sisa dari suatu usaha dan/atau kegiatan yang berwujud cair menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup (PermenLH) Nomor 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah (KLH, 2014).

Partisipasi masyarakat dalam pengelolaan limbah cair rumah tangga bertujuan untuk mengoptimalkan pengelolaan air limbah (Maharani *et al.*, 2007; Regmi & Mishra, 2016). Menurut Vollmer & Gret-Regamey (2013), keterlibatan masyarakat dalam pengelolaan sungai ditentukan oleh jauh

dekatnya pemukiman penduduk ke sungai (kasus di Sungai Ciliwung). Demikian juga di Iran, menurut Varnosfaderany, Mirghaffary, Ebrahimi, & Soffianian (2009), pengukuran kualitas sungai yang hanya berpatokan pada aspek fisika-kimia sungai tidak menyelesaikan persoalan karena kondisi sungai di Iran yang terpolusi oleh zat pencemar seperti *biochemical oxygen demand* (BOD) dan *fecal coliforms* merefleksikan tingginya aktivitas antropogenik pada sungai yang diteliti.

Penelitian Suryono & Moersidik (2013), Suryono & Moersidik (2015), dan Poerbandono, Julian, & Ward (2014) menemukan bahwa terdapat keterkaitan antara aktivitas di darat, termasuk perubahan penggunaan lahan di daerah aliran sungai (DAS) dengan fenomena yang terjadi di perairan. Selanjutnya, Vollmer, Prescott, Padawangi, Girot, & Gret-Regamey (2015) menemukan bahwa tingkat pendapatan penduduk sekitar sungai memengaruhi sikap dan persepsi mereka terhadap pengelolaan sungai. Pengetahuan dan harapan penduduk sekitar sungai seharusnya menjadi pertimbangan serius dalam perencanaan pengelolaan ekosistem sungai, dan kekurangtersediaan data dan informasi kontekstual mengakibatkan pilihan kebijakan menjadi terbatas.

Pemahaman karakteristik sosial-ekonomi penduduk, termasuk pola pemanfaatan lahan di Sungai Ciliwung dalam kajian-kajian terdahulu disebutkan berkaitan erat dengan ekosistem sungai, kuantitas dan kualitas badan air sungai. Ali, Hadi, & Sulistyantara (2016) menemukan bahwa terjadi perbedaan penggunaan lahan pada periode 1990-2014 yang mengakibatkan berkurangnya badan air sungai sebesar 1,94%, penurunan luas jalur hijau sebesar 0,28%, serta peningkatan hunian sebesar 101,91 hektar. Susetyo, Widiatmaka, Arifin, Machfud, & Arifin (2014), Sularso, Tambunan, & Atmoko (2015), Arifasihati & Kaswanto (2016), serta Kaswanto & Utami (2016) juga mencatat bahwa selalu terjadi

perubahan peruntukan lahan di sekitar Sungai Ciliwung, termasuk untuk penggunaan pemukiman dan lahan kering. Faktor ekonomi merupakan faktor yang mendorong konversi lahan, antara lain ditunjukkan oleh laju pembangunan lima kali lebih cepat di bagian Utara daripada bagian Selatan, pertumbuhan populasi dan *gross domestic product* (GDP) di bagian Utara lima kali lebih tinggi daripada di bagian Selatan (Kaswanto dan Utami, 2016).

Relatif tingginya ketergantungan masyarakat sekitar Ciliwung pada bagian hulu sampai ke hilir merupakan masalah utama pencemaran yang terjadi pada badan sungai karena sungai dijadikan sebagai tempat pembuangan limbah domestik pertanian dan industri. Penelitian Sikder *et al.* (2012) menunjukkan bahwa Sungai Ciliwung terpolusi oleh nitrogen oksida, fosfat dan *Escherichia coli*. Konsentrasi logam Al, Mn, Cu, Zn, Pb, Cd dan Fe juga melebihi baku mutu internasional. Suryono & Moersidik (2013) juga menemukan bahwa pertumbuhan penduduk dan ekonomi yang tinggi di DKI Jakarta mengakibatkan terjadinya perubahan penggunaan lahan di DAS Ciliwung dan berpengaruh secara signifikan terhadap peningkatan konsentrasi NH_3 , NO_3^- , dan NO_2^- dan memperburuk kualitas air di muara sungai. Sementara di hulu sungai, Kurniawan, Wirasembada, & Ihsan (2014) menemukan bahwa kondisi Sungai Ciliwung di Bogor pun sudah tercemar karena akumulasi limbah cair dan padat yang masuk ke badan air secara tidak terkendali, sehingga kemampuan proses pemulihan secara alami tidak terjadi. Selanjutnya, Irawan *et al.* (2015) menyatakan bahwa keragaman spasial kimiawi badan air sangat variatif dan kompleks pada skala lokal serta semakin tingginya *total dissolved solids* (TDS) semakin ke muara sungai mengindikasikan semakin banyaknya polutan yang masuk ke sungai. Penelitian Permatasari, Setiawan, Khairiah, & Effendi (2017) juga menyatakan bahwa parameter kualitas air bervariasi secara signifikan antara areal yang didominasi pemukiman dan yang

didominasi hutan, di mana pada areal sungai yang dekat dengan pemukiman penduduk berasosiasi dengan konsentrasi total nitrogen dan nitrogen amoniak. Dari berbagai kajian tersebut, dapat disimpulkan bahwa pertumbuhan penduduk dan aktivitasnya secara signifikan memengaruhi kuantitas dan kualitas badan air sungai. Sehubungan dengan hal itu, pemahaman akan karakteristik sosial-ekonomi penduduk di sekitar sungai akan memengaruhi kualitas air limbah rumah tangga yang masuk ke sungai dan menentukan strategi pengolahan dan pengelolaan air limbah tersebut.

Demonstration site station (DSS) memiliki konsep berupa laboratorium lapangan dalam bentuk komunitas binaan berkelanjutan untuk meningkatkan kualitas lingkungan. DSS, contohnya di DAS Deli, menjadi wadah penerapan upaya pencegahan dan penanggulangan terpadu pencemaran dan kerusakan lingkungan pada lokasi tertentu berdasarkan isu lingkungan yang ada. Lokasi yang terpilih di DAS Deli meliputi 1) DSS Kecamatan Namorambe; 2) DSS Kecamatan Medan Tuntungan; 3) DSS Kecamatan Medan Polonia; 4) DSS Titipapan; 5) DSS Simpang Kantor; 6) DSS Bagan Deli; dan 7) DSS Sicanang (Bapedalda Sumatera Utara, 2005).

Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui keterkaitan karakteristik sosial-ekonomi masyarakat terhadap usaha penurunan konsentrasi limbah rumah tangga melalui kegiatan *demonstration site station* (DSS). Rancangan kegiatan DSS melengkapi sistem sanitasi berkelanjutan. Sistem ini berdasarkan pada konsep pembangunan berkelanjutan dan menekankan pada pemanfaatan limbah (yang terolah) menjadi sumber daya. Dengan rancangan yang tepat, maka sistem ini dapat meminimalkan polusi air dan memastikan bahwa penggunaan air dilakukan secara ekonomis (Asemota, Alkhaddar, Sertyesilisik, & Tunstall 2011). Profil masyarakat dapat dijadikan modal dalam rangka peningkatan peran serta masyarakat yang sangat diperlukan dalam proses perencanaan dan pelaksanaan

suatu kegiatan (Ardhana, 2012). Sasaran yang ditentukan adalah penurunan konsentrasi limbah domestik setelah pelaksanaan DSS.

II. METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Lokasi

Penelitian dilakukan secara *purposive* di Perumahan Permata Depok yang terletak di pinggiran Sungai Ciliwung bagian tengah (Gambar 1) pada tahun 2016. DSS tergolong penelitian lapangan (*field experiment*) dengan dasar dilakukan di kehidupan nyata dan penelitian lebih banyak dilakukan di lingkungan sosial daripada di laboratorium (Diekmann & Przepiora, n.d.).

Penentuan lokasi dilakukan dengan pertimbangan ketergantungan masyarakat akan sungai (Vollmer & Gret-Regamey, 2013) serta praktek pembuangan air limbah ke Sungai Ciliwung. Lokasi penelitian di Perumahan Permata Depok yang meliputi Sektor Mirah 1 (RT 11/07) dan Sektor Mirah 2 (RT 06/07), Kelurahan Pondok Jaya, Kecamatan Cipayung, Kota Depok, Provinsi Jawa Barat. Jumlah kepala keluarga (KK) di

Sektor Mirah 1 sebanyak 136 KK dan Sektor Mirah 2 sebanyak 40 KK dengan jumlah jiwa tiap KK adalah 4–5 jiwa.

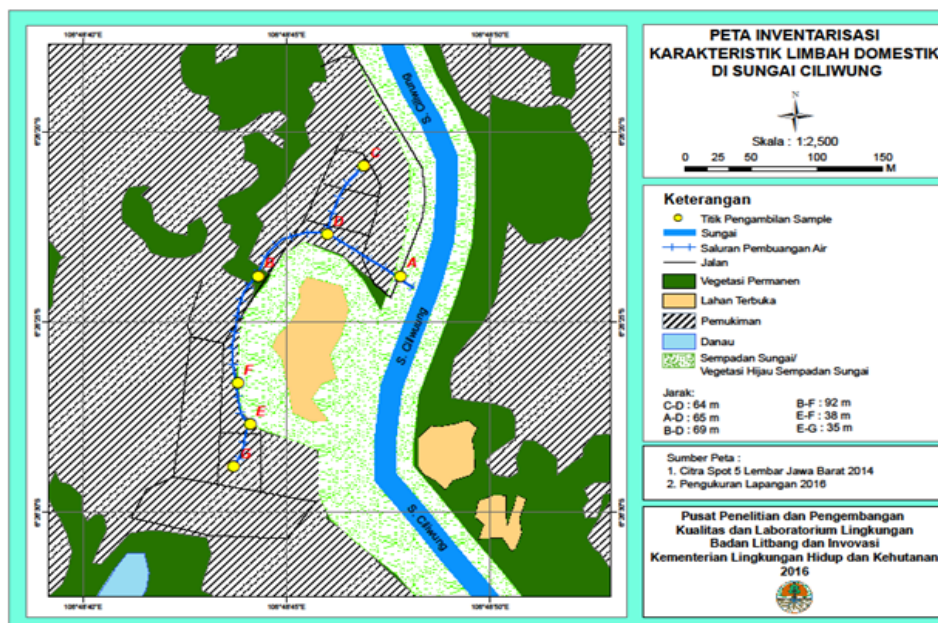
Data dan informasi karakteristik sosial ekonomi masyarakat dikumpulkan dengan mengambil sampel sebanyak 70 KK sebagai responden, dengan pertimbangan ketersediaan waktu dan kesanggupan mengisi kuisisioner. Teknik pengambilan sampel dalam penelitian ini dilakukan secara acak sederhana dengan mengacu kepada pendekatan rumus *Slovin* (Azh & Suhartini, 2016), pendekatan ini dinyatakan dengan rumus sebagai berikut:

$$n = \frac{N}{(1+N.E^2)}$$

Di mana, n = jumlah sampel; N = jumlah populasi; E = batas kesalahan yang ditoleransi

Dengan jumlah populasi sebesar 176 KK dan batas kesalahan yang ditoleransi 10%, maka jumlah sampel minimal sebesar 64 responden.

Pengumpulan data dilakukan pada saat pelaksanaan DSS tanggal 29 April 2016 yang mencakup profil responden (jenis



Sumber (Source): Purwati, Aryantie, & Pitalokasari, 2016. Diperkecil dari skala 1:2500 (*Adjusted from 1:2500 scale*)

Gambar 1. Peta lokasi penelitian.
Figure 1. Map of research location

kelamin, usia, pekerjaan, pendidikan terakhir dan pendapatan per bulan), pengetahuan tentang pengelolaan sampah dan air limbah (pengertian pengelolaan sampah, perlakuan sampah, pengolahan sampah, kategori limbah cair rumah tangga, dan dampak buruk limbah cair rumah tangga yang tidak terkelola) serta pengalaman (pengelolaan sampah dan limbah, pelatihan atau sosialisasi pengelolaan yang diikuti, penerapan pelatihan dan sosialisasi serta jenis pengelolaan limbah yang diterapkan). Data sosial-ekonomi tersebut kemudian disandikan dan diolah untuk keperluan analisis deskriptif kualitatif.

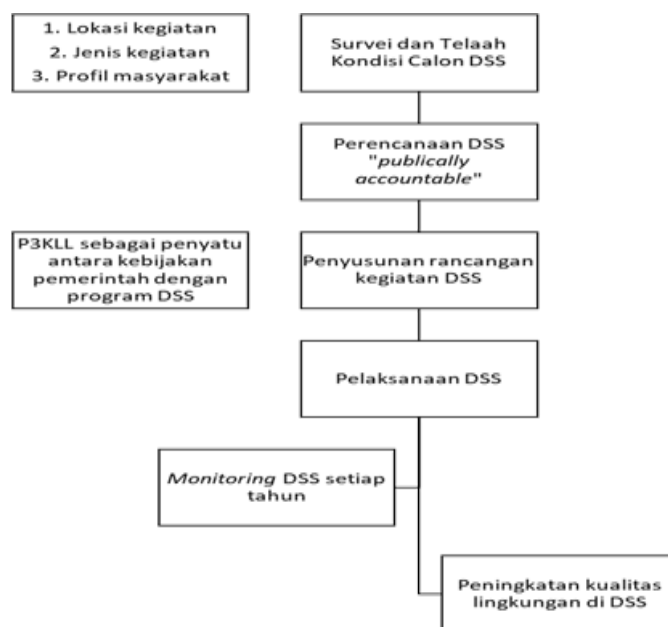
Data kimia diperoleh dari sampling secara *grab* atau sesaat di tujuh lokasi dan dilakukan selama 10 hari dengan rentang hari 17– 20 Mei; 23– 27 Mei dan 30 Mei 2016. Sampling air sesaat (*grab sampling*) adalah contoh air yang diambil sesaat pada satu lokasi tertentu menurut SNI 03-7016-2004 poin 3.4 (BSN, 2004). Parameter kimia yang diukur sebelum dan sesudah adanya DSS adalah parameter *total phosphate* (T-P), *total suspended solids* (TSS), *methylene blue active substances*

(MBAS), minyak dan lemak (ML), *potential of hydrogen* (pH), *biochemical oxygen demand* (BOD) dan *chemical oxygen demand* (COD) yang tercantum dalam PermenLH Nomor 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik (KLH, 2014). Analisis dilakukan di Laboratorium Lingkungan Pusat Penelitian dan Pengembangan Kualitas dan Laboratorium Lingkungan (P3KLL) untuk semua parameter, kecuali pH. pH diukur in-situ menggunakan pH meter.

B. Analisis Data

Analisis data sosial-ekonomi dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:

1. *Scoring*, adalah tahapan mengubah data berupa teks menjadi angka dan menabulasikan.
2. Uji validitas dan *reliability* data. Uji validitas dan *reliability* dilakukan terhadap setiap variabel yang digunakan dalam kuisisioner, untuk memvalidasi data dan kuisisioner, apakah layak digunakan dalam penelitian.
3. Uji statistik frekuensi dan pendugaan



Sumber (Source): Bapedalda Sumatera Utara, 2005. Disesuaikan dengan alur kegiatan penelitian 2016 (*Adapted to the flow of research activities*)

Gambar 2. Alur kegiatan DSS.
Figure 2. Flow of DSS activities

parameter yang memengaruhi penerapan DSS melalui regresi, dilakukan setelah tahapan *reliability* selesai. Deskripsi frekuensi dilakukan untuk menghitung besaran (persentase) setiap sub variabel dalam variabel yang digunakan untuk penelitian berdasarkan jawaban dari responden. Sedangkan uji regresi dilakukan terhadap faktor-faktor karakteristik sosial ekonomi yang dalam pelaksanaan DSS, yang berpengaruh terhadap pelaksanaan hasil DSS pada kegiatan sehari-hari dan pada akhirnya berpengaruh pada penurunan konsentrasi

air limbah rumah tangga. Adapun faktor-faktor yang berpengaruh tersebut diduga adalah faktor intrinsik (internal) yakni karakteristik internal dan pengetahuan responden serta faktor ekstrinsik (eksternal) yakni peran pemerintah, sarana dan prasarana (Tabel 1). Model pendugaan penerapan DSS menggunakan model umum regresi logistik dengan mengacu terhadap penelitian sejenis (Bandara & Chandrakumara, 2015; Brown & Nelson, 2015; Parvez, Chowdhury, Smart, Stover, & Janssen, 2017), sesuai dengan pertanyaan tujuan (Y), yakni

Tabel 1. Deskripsi variabel.
 Table 1. Variable description.

Variabel (variable)	Deskripsi (description)
1. Dependen. Y	Respon terhadap pelaksanaan DSS.
2. Independen.	
2.1. Intrinsik.	
2.1.1. Karakteristik internal responden.	
X ₁	Usia.
X ₂	Pekerjaan.
2.1.2. Karakteristik internal responden.	
X ₃	Pengetahuan tentang maksud pengelolaan sampah dengan prinsip 3R.
X ₄	Pengetahuan tentang kegiatan yang tidak termasuk manfaat pengelolaan sampah dengan prinsip 3R.
X ₅	Pengetahuan tentang kategori limbah cair rumah tangga.
X ₆	Pengetahuan tentang dampak buruk yang timbul jika limbah cair rumah tangga tidak dikelola.
2.2. Ekstrinsik.	
2.2.1. Peranan pemerintah dan tokoh masyarakat.	
X ₇	Sosialisasi dan rutinitas sosialisasi pengelolaan limbah cair rumah tangga dari pemerintah.
X ₈	Pelatihan dan rutinitas pelatihan pengelolaan limbah cair rumah tangga dari pemerintah.
X ₉	Contoh dari tokoh masyarakat mengenai pengelolaan limbah cair rumah tangga.
X ₁₀	Himbauan dari tokoh dan masyarakat lain tentang Pengelolaan limbah cair rumah tangga.
X ₁₁	Ajakan dari tokoh masyarakat untuk diskusi mengenai masalah limbah cair rumah tangga.
X ₁₂	Teguran dari tokoh masyarakat bila ada warga membuang limbah.
2.2.2. Sarana dan prasarana.	
X ₁₃	Ketersediaan instalasi pengolah limbah cair rumah tangga dan mengolahnya menjadi barang yang bermanfaat.
X ₁₄	Terdapat jasa pengumpul dan lembaga pengelola limbah cair rumah tangga.

Sumber (Source): Purwati *et al.*, 2016

apakah responden bersedia menerapkan DSS dalam pengolahan limbah cair rumah tangga, dengan respon jawaban antara “ya” yang dinilai 1 dan “tidak” yang dinilai 0. Model regresi logistik tersebut dinotasikan sebagai berikut:

$$y = \text{logit}(p) = \beta_0 + \sum_{j=1}^k \beta_j x_j + e$$

$$= \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k + e \quad (1)$$

dengan Y = respon terhadap penerapan DSS; p = peluang terjadinya penerapan DSS; β_0 adalah konstanta, $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$ adalah koefisien regresi dari variabel X_1, X_2, \dots, X_k secara berurutan.

Peluang penerapan DSS dapat dihitung dengan persamaan (2) berikut.

$$p = \frac{1}{1 + e^{-\text{logit}(p)}} \quad (2)$$

Adapun variabel yang diduga akan memengaruhi peluang penerapan DSS oleh masyarakat (Y) yang merupakan variabel intrinsik dan ekstrinsik, terdiri dari 14 variabel penduga (*predictor*) (X_1, X_2, \dots, X_k), seperti dirinci pada Tabel 1.

4. Analisis sifat kimia air limbah setelah perlakuan DSS dilakukan untuk mengukur konsentrasi parameter T-P, TSS, MBAS, ML, pH, BOD dan COD dengan tahapan sebagai berikut:
 - 1) Penyusunan data dasar, melakukan tabulasi dan pengecekan terhadap data-data yang berasal dari laboratorium secara ilmiah maupun non ilmiah, misalnya verifikasi satuan tiap parameter yang digunakan.
 - 2) Data *screening*/uji normalitas dan uji transformasi, melakukan uji normalitas terhadap populasi data yang diperoleh sehingga memenuhi sebaran data yang telah ditentukan dengan metode statistik dan *software* yang digunakan adalah IBM SPSS versi 23.
 - 3) Uji *outlier*, menguji populasi data terhadap nilai data yang anomali dengan SPSS versi 23.

- 4) Pengolahan data sesuai keperluan, pengolahan data dilakukan setelah populasi data dibersihkan dari data *outlier*, pengolahan data untuk menghitung median untuk menyusun karakteristik limbah rumah tangga di lokasi penelitian.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian dalam lingkup lingkungan hidup meliputi faktor lingkungan secara fisik (alam) dan lingkungan secara sosial (manusia).

Dalam penelitian ini, upaya penurunan konsentrasi parameter air limbah domestik/ rumah tangga dihubungkan dengan profil penduduk setempat yang menjadi penghasil air limbah sebelum masuk ke selokan komunal yang menuju ke Sungai Ciliwung.

Hasil pengumpulan dan analisis sosial ekonomi menunjukkan bahwa penduduk di lokasi penelitian secara mayoritas berpendidikan sarjana (S1), tingkat pendapatan tergolong pada tingkat menengah ke atas, dengan pekerjaan utama kepala keluarga mayoritas sebagai pegawai swasta tanpa pekerjaan lain, dan istri sebagai ibu rumah tangga (Purwati *et al.*, 2016). Latar belakang penduduk tersebut memengaruhi persepsi mereka, yakni pemahaman terhadap pengelolaan sampah dan limbah. Mayoritas penduduk bersedia mengelola limbah dapur masing-masing (Purwati *et al.*, 2016). Hal ini penting sebagai masukan dalam pelaksanaan pengendalian pencemaran air limbah domestik di lokasi penelitian. Hasil penelitian karakteristik sosial ekonomi responden disajikan pada Tabel 2.

Dari Tabel 2 menunjukkan bahwa karakteristik mayoritas responden berada pada tingkat sedang dalam faktor usia, pekerjaan, pendidikan terakhir dan pendapatan per bulan. Usia responden yang tergolong dalam usia produktif, serta didukung oleh tingkat pendidikan terakhir pada perguruan tinggi akan menunjang pengetahuan dan kesadaran masyarakat tentang kebersihan dan kesehatan lingkungan. Pendapatan bulanan yang cukup

Tabel 2. Faktor internal individu.

Table 2. Individual internal factor:

No (Number)	Variabel (Variable)	Frekuensi terbesar (Majority frequency) (%)	Hasil pengukuran/ jawaban responden (Result/ responds)
A. Profil Responden (Respondent profile)			
1.	Usia (Age)	54,3	31-40 tahun
2.	Pekerjaan (Occupation)	75,7	Ibu rumah tangga
3.	Pendidikan terakhir (Last education)	52,9	D3/D4/S1
4.	Pendapatan per bulan (Income per month)	44,3	> Rp. 4 juta
B. Pengetahuan (Knowledge)			
5.	Pengertian pengelolaan sampah dengan prinsip 3R (Knowledge on waste management with 3R principle)	75,7	benar
6.	Pengecualian manfaat dari pengelolaan sampah dengan prinsip 3R (Exclusion of the benefits of waste management with the 3R principle)	70,0	benar
7.	Perlakuan terhadap sampah yang terkumpul (Treatment of collected waste)	95,7	benar
8.	Jenis sampah yang dapat dijadikan pupuk kompos (Types of waste that can be used as compost)	97,1	benar
9.	Pengecualian manfaat pupuk kompos (Exceptions to the benefits of compost)	77,1	benar
10.	Kategori limbah cair rumah tangga (Category of household waste water)	91,4	benar
11.	Pengecualian jenis sampah yang sulit terurai (Exclusion of types of waste that are difficult to decompose)	78,6	benar
12.	Pengecualian dampak buruk limbah cair rumah tangga yang tidak terkelola (Exclusion of adverse effects of unmanaged household waste water)	81,4	benar
C. Pengalaman (Experience)			
13.	Kegiatan pengelolaan sampah dan/atau limbah yang dilakukan responden (Waste management activities conducted by respondents)	20,0	variatif/ banyak
14.	Jumlah pelatihan atau sosialisasi pengelolaan limbah rumah tangga yang diikuti responden (Number of training or socialization of household waste management followed by respondents)	62,9	benar
15.	Penerapan pelatihan atau sosialisasi oleh responden (Implementation of training or socialization by respondents)	81,4	ya
16.	Jenis pengelolaan limbah yang diterapkan responden (Types of waste management applied by respondents)	22,9	penerapan

Sumber (Source): Purwati *et al.*, 2016

tinggi berperan penting dalam menentukan nilai faktor sosio-ekonomi (Maharani *et al.*, 2007; Vollmer *et al.*, 2015) guna mendukung pengolahan limbah.

Pengetahuan yang dimiliki responden terkategori pada tingkat sedang dalam memahami prinsip 3R (*reduce, reuse, recycle*),

pengecualian manfaat 3R, pengecualian manfaat pupuk kompos, dan pengecualian jenis sampah yang sulit terurai. Responden juga memiliki pengetahuan yang tinggi dalam hal perlakuan terhadap sampah, jenis sampah yang dijadikan kompos, kategori limbah cair rumah tangga, dan pengecualian dampak

buruk limbah cair yang tidak terkelola. Sistem penilaian tingkat rendah, sedang dan tinggi mengadopsi sistem penilaian yang dikembangkan dan digunakan oleh Direktorat Perguruan Tinggi, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan sejak tahun 1980. Sistem penilaian ini berdasarkan pada Penilaian Acuan Patokan (PAP) yaitu penilaian dengan menentukan batasan nilai tertentu. Tingkat rendah 10%-49%, tingkat sedang 50%-80% dan tingkat tinggi 81%-100%. Persentase menunjukkan frekuensi jawaban responden terhadap satu pertanyaan. Sementara untuk variabel pengalaman yang dimiliki responden, hasilnya menunjukkan bahwa pengalaman mereka masih rendah untuk kegiatan pengelolaan sampah dan atau limbah dan jenis pengelolaan limbah yang diterapkan, walaupun sudah terkategori sedang dalam hal jumlah pelatihan atau sosialisasi pengelolaan limbah rumah tangga yang diikuti serta terkategori tinggi dalam hal penerapan pelatihan atau sosialisasi.

Dengan latar belakang responden penelitian yang rerata pada tingkat sedang dan tinggi, seharusnya kualitas limbah domestik yang dihasilkan akan tergolong baik. Namun demikian, karena masih rendahnya jumlah dan ragam kegiatan pengelolaan sampah dan

atau limbah yang dilakukan maka konsentrasi limbah cair domestik yang diproduksi masih melebihi baku mutu air limbah yang berlaku. Beberapa penelitian terdahulu di Sungai Ciliwung baik di daerah hulu, wilayah Bogor (Kurniawan *et al.*, 2014; Susetyo *et al.*, 2014 Kaswanto & Utami, 2016), di bagian tengah (Vollmer & Gret-Regamey, 2013) dan keseluruhan sungai (Sikder *et al.*, 2012; Suryono & Moersidik, 2013 2015, Irawan *et al.*, 2015; Permatasari *et al.*, 2017) juga menemukan hal yang serupa, yakni bahwa perkembangan jumlah penduduk dan aktivitas domestiknya berkontribusi terhadap pencemaran sungai Ciliwung, dari hulu sampai ke hilir. Faktor utama yang berpengaruh adalah jumlah penduduk dan pertumbuhannya.

Analisis data dengan menggunakan regresi logistik dilakukan untuk mengetahui variabel-variabel yang berpengaruh terhadap pengambilan keputusan masyarakat dalam menerapkan DSS dalam aktivitas sehari-hari yang berpotensi mengurangi konsentrasi limbah cair rumah tangga. Hasil analisis disajikan pada Tabel 3 berikut.

Dari Tabel 3 terlihat bahwa pengambilan keputusan responden untuk menerapkan DSS dalam pengelolaan limbah cair rumah

Tabel 3. Analisis regresi logistik faktor intrinsik dan ekstrinsik responden yang mempengaruhi keputusan penerapan DSS.

Table 3. Logistic regression of intrinsic and extrinsic predictors affecting respondents' decision in adopting DSS.

Variabel (Variable)	Koefisien (Coefficient)	Standard Error	Z	P > z		Odds Ratio
X1	-0,3414	0,6893	-0,50	0,620		0,7107
X2	-1,1236	0,5516	-2,04	0,042	*	0,3251
X3	2,2756	1,3361	1,70	0,089	**	9,7335
X4	-3,1323	1,7869	-1,75	0,080	**	0,0436
X5	0,3349	1,8643	0,18	0,857		1,3978
X6	0,4346	1,7092	0,25	0,799		1,5443
X7	0,3255	2,4329	0,13	0,894		1,3847
X8	9,1956	6,2767	1,47	0,143		9583,7330
X9	-8,2809	4,0354	-2,05	0,040	*	0,0002
X10	-3,4081	2,9591	-1,15	0,249		0,0331
X11	4,6995	2,6400	1,78	0,075	**	109,8901

Variabel (Variable)	Koefisien (Coefficient)	Standard Error	Z	P > z I	Odds Ratio
X12	-4,3593	3,4165	-1,28	0,202	0,0128
X13	10,8107	5,6047	1,93	0,054	* 49549,24
X14	1,6199	3,7368	0,43	0,665	5,0528
α	4,3292	4,3502	1,00		

Keterangan: Log likelihood = -18,759, n = 70, LR chi2 (14) = 29,67, Prob > chi2 = 0,0085, Pseudo R2 = 0,4416. Signifikansi: * nyata pada taraf nyata 5%, ** nyata pada taraf nyata 10%

Sumber (Source): Data primer, diolah (Primary data, analyzed)

tangga secara signifikan dipengaruhi oleh tiga faktor intrinsik, yakni X2 (pekerjaan) (pada taraf nyata 5%), X3 (pengetahuan tentang maksud pengelolaan sampah dengan prinsip 3R) dan X4 (pengetahuan tentang kegiatan yang tidak termasuk manfaat pengelolaan sampah dengan prinsip 3R) (pada taraf nyata 5%). Dari penelitian ini dapat dijelaskan bahwa pekerjaan responden terbanyak adalah ibu rumah tangga (75,7% dari responden) yang dari karakteristik kerjanya sehari-hari berhubungan dengan produksi limbah cair rumah tangga. Hal ini sesuai dengan peran ibu rumah tangga dalam budaya Indonesia yang biasanya bertanggung jawab akan urusan domestik rumah tangga seperti memasak, mencuci pakaian dan peralatan makan. Penelitian Boufaroua, Albalawneh, & Oweis (2013) di Yordania menyatakan bahwa partisipasi aktif dari ibu rumah tangga akan menentukan keberhasilan program peningkatan kualitas *greywater* sebagai bahan baku air irigasi taman pemukiman.

Faktor intrinsik lainnya yang signifikan adalah pengetahuan tentang maksud pengelolaan sampah dengan prinsip 3R (*reduce, reuse, recycle*) dan pengetahuan tentang kegiatan yang tidak termasuk manfaat pengelolaan sampah dengan prinsip 3R. Variabel independen ini sangat berhubungan dengan materi DSS yang diberikan bahwa dalam pengelolaan limbah cair rumah tangga harus dipilah terlebih dahulu sebelum dibuang ke saluran air seperti pemisahan sisa minyak sayur bekas menggoreng. Pada DSS yang sudah dilaksanakan di daerah

penelitian, sisa minyak sayur diolah menjadi sabun cuci piring. Pengetahuan responden akan dua variabel independen tersebut di atas yang memengaruhi pelaksanaan DSS dalam kehidupan sehari-hari akan menjadi penting sebagai modal untuk meningkatkan kesadaran bahwa pelaksanaan DSS di sekitar Sungai Ciliwung akan meningkatkan kualitas air Sungai Ciliwung. Hal ini sejalan dengan penelitian lain, yakni menurut Boufaroua *et al.* (2013), faktor pengetahuan dan kesadaran warga lokal adalah faktor penting dalam peningkatan kualitas air daur ulang yang bersumber dari *greywater*. Demikian juga penelitian Puspita, Ibrahim, & Hartono (2016) yang menyatakan bahwa pendidikan dan pengetahuan masyarakat di sekitar sungai dapat menentukan kualitas air limbah rumah tangga yang langsung dibuang ke sungai.

Hasil analisis regresi logistik juga menunjukkan bahwa dari seluruh faktor ekstrinsik yang diuji, ada tiga variabel yang signifikan berpengaruh terhadap peluang penerapan DSS, yakni variabel X9 (contoh dari tokoh masyarakat mengenai pengelolaan limbah cair rumah tangga) dan X13 (ketersediaan instalasi pengolahan limbah cair rumah tangga dan mengolahnya menjadi barang yang bermanfaat), yang signifikan pada $p < 0,05$, serta X11 (ajakan dari tokoh masyarakat untuk diskusi mengenai masalah limbah cair rumah tangga) yang signifikan pada $p < 0,1$. Dari analisis ini dapat dijelaskan bahwa peranan tokoh masyarakat dalam komunitas perumahan sederhana merupakan hal penting untuk kesuksesan

kegiatan pengolahan *greywater* untuk dapat dimanfaatkan kembali. *Greywater* yang telah mendapat perlakuan, dapat menjadi bahan baku air irigasi untuk taman pemukiman, dan pelibatan teknologi serta partisipasi kelompok masyarakat dapat meningkatkan kualitas dan keberlanjutan sumber daya air pada wilayah tersebut (Boufaroua *et al.*, 2013). Ramsey, Berglund, & Goyal (2017) menyatakan bahwa kepedulian sosial merupakan faktor penting dalam pengendalian efisiensi penggunaan air domestik. Diskusi dan teguran jika menemukan pemborosan dan pencemaran lingkungan merupakan faktor pendukung terhadap kepedulian sosial tersebut.

Pada penelitian ini, ketersediaan sarana dan prasarana berupa instalasi pengolahan air limbah merupakan faktor ekstrinsik (X11) yang juga signifikan dalam hal pengambilan keputusan penerapan DSS. Penyediaan sarana dan prasarana dasar bagi suatu kota di Indonesia pada umumnya hampir selalu tertinggal dibandingkan dengan kecepatan laju pertumbuhan penduduk. Padatnya penduduk di kota akan mengakibatkan semakin kurang memadainya sarana dan prasarana lingkungan. Puspita *et al.* (2016) menyatakan bahwa salah satu faktor yang mendorong masyarakat membuang air limbah rumah tangga langsung ke sungai adalah karena ketiadaan fasilitas sarana pembuangan air limbah komunal. Pada kenyataannya kemampuan pemerintah dalam menyediakan prasarana terbatas, sedang

partisipasi masyarakat tidak muncul dengan sendirinya, perlu terus-menerus didorong melalui suatu komunikasi pembangunan (Anandita, Soeaidy, & Hadi, 2013) agar penerapan hasil DSS bisa dilakukan secara berkelanjutan diperlukan dorongan yang terus-menerus kepada masyarakat baik dari pemerintah maupun dari tokoh atau penggerak masyarakat. Menurut Syaputri (2017) dan Ramsey *et al.* (2017), peranan pemerintah yang positif sebagai penggerak partisipasi masyarakat, melibatkan dalam perencanaan, melakukan pengawasan dan penegakan hukum sesuai dengan regulasi yang berlaku dapat meningkatkan kualitas air sungai yang sering dipergunakan sebagai bahan baku air untuk keperluan rumah tangga.

Hasil uji kimia terhadap limbah cair rumah tangga setelah melaksanakan DSS dilakukan pada tujuh titik pengambilan sampel (A sampai dengan G), seperti pada Tabel 4. Konsentrasi Limbah Domestik Pasca-DSS terdiri dari (1) Selokan komunal di titik A dan B; (2) Sampel di Sektor Mirah 2 di titik C dan D; dan (3) sampel di Sektor Mirah 1 di titik D, E, dan F (lihat Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian). Lima titik sampel (C s/d F) adalah para warga yang menerapkan materi DSS berupa pemilahan limbah cair sebelum masuk ke saluran pembuangan rumah tangga.

Sebelum dilakukan DSS, parameter yang melebihi baku mutu air limbah domestik dalam PermenLH Nomor 5 Tahun 2014

Tabel 4. Konsentrasi limbah domestik pasca-DSS.

Table 4. Concentration of post-DSS. domestic waste

Parameter (Parameters)	Titik penelitian (Sampling spots)						
	A	B	C	D	E	F	G
T-P	O	X	O	O	O	O	O
TSS	X	X	O	O	O	O	O
MBAS	X	X	X	X	X	X	O
ML	X	X	O	X	O	O	O
pH	O	O	O	X	O	O	X
BOD	O	O	O	O	X	O	O
COD	O	O	O	O	X	O	O

Keterangan: O = konsentrasi polutan menurun; X = konsentrasi polutan tidak menurun

Sumber (Source): Purwati *et al.*, 2016

tentang Baku Mutu Air Limbah adalah BOD, TSS, dan ML di titik C, D, E, F, dan G. Sementara untuk parameter T-P, MBAS, dan COD tidak diatur dalam peraturan tersebut. Dari Tabel 4 terlihat bahwa selama 10 hari perlakuan, didapatkan satu parameter yang konsentrasinya tidak menurun yakni *methylene blue active substances* (MBAS). MBAS adalah indikator penggunaan deterjen atau sabun. Busa yang dihasilkan deterjen atau sabun merupakan hasil penyulingan minyak bumi yang ditambahi berbagai bahan kimia sehingga dapat merusak ekosistem (Lala, Badilo, Gintu, & Hastuti, 2012) dan sulit terdegradasi di alam (Rahman & Lelono, 2013). Dari penelitian ini diperoleh hasil bahwa MBAS adalah parameter yang sulit dikelola. Ini menunjukkan bahwa deterjen atau sabun banyak digunakan masyarakat (Rahman & Lelono, 2013) dan sulit dihindari. Penggunaan deterjen yang semakin meningkat seiring dengan membaiknya pendapatan masyarakat akan berdampak pada jumlah limbah yang dihasilkan, dan bila proses degradasi tidak berjalan seimbang maka akan berakibat terakumulasinya surfaktan pada badan-badan masalah pendangkalan perairan dan terhambatnya transfer oksigen (Purwati *et al.*, 2016). Deterjen sangat berbahaya bagi lingkungan karena memiliki kemampuan untuk melarutkan bahan bersifat karsinogen, misalnya 3, 4 benzonpyrene, selain gangguan terhadap masalah kesehatan, kandungan deterjen dalam air minum akan menimbulkan bau dan rasa tidak enak (Santoso, 2014).

Parameter kedua terbanyak adalah minyak dan lemak (ML). Minyak yang menutupi permukaan air akan menghalangi penetrasi sinar matahari ke dalam air. Selain itu, lapisan minyak juga dapat mengurangi konsentrasi oksigen terlarut dalam air karena fiksasi oksigen bebas menjadi terhambat. Akibatnya, terjadi ketidakseimbangan rantai makanan di dalam air. Karena berat jenisnya lebih kecil dari air maka minyak tersebut berbentuk lapisan tipis di permukaan air dan menutup

permukaan yang mengakibatkan terbatasnya oksigen masuk dalam air. Pada sebagian lain minyak ini membentuk lumpur dan mengendap yang sulit diuraikan (Pratiwi, 2011). Konsentrasi ML yang meningkat ditemukan di tiga titik penelitian, namun hanya satu titik yang merupakan sampel warga (titik D). Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa untuk parameter ini bisa dikendalikan melalui pemilahan limbah rumah tangga. Untuk parameter lainnya, yakni T-P, TSS, pH, BOD, dan COD konsentrasinya relatif berkurang. Meskipun ada konsentrasi polutan yang tidak menurun di 1-2 titik pengamatan, hasilnya tidak signifikan sehingga dapat dikatakan DSS mendukung pengendalian pencemaran air limbah domestik.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Hasil uji coba penilaian keputusan penerapan DSS di lokasi penelitian di Perumahan Permata Depok, Kelurahan Pondok Jaya, Kecamatan Cipayung dengan menggunakan regresi logit menunjukkan bahwa keputusan penerapan kegiatan pengelolaan air limbah domestik dipengaruhi oleh faktor intrinsik yakni peranan ibu rumah tangga dan pengetahuan akan manfaat 3R dalam pengelolaan limbah serta faktor ekstrinsik yakni contoh dan ajakan dari tokoh masyarakat mengenai pengelolaan limbah cair rumah tangga serta ketersediaan instalasi pengolah limbah cair rumah tangga dan mengolahnya menjadi barang yang bermanfaat. Dari hasil uji kimia, dapat disimpulkan bahwa tidak semua parameter uji menjadi meningkat kualitasnya setelah perlakuan DSS. Parameter uji yang menurun konsentrasinya setelah DSS berturut-turut dari jumlah titik sampel terbanyak adalah T-P, BOD, COD, TSS, pH, dan ML. Dari penelitian ini diketahui bahwa MBAS merupakan parameter air limbah domestik yang sulit dikelola karena MBAS dihasilkan oleh

deterjen yang umum digunakan masyarakat, sementara untuk ML bisa dikendalikan melalui pemilahan limbah oleh penduduk.

B. Saran

Penelitian ini membuktikan bahwa peranan rumah tangga dalam pengelolaan limbah domestik dapat ditingkatkan melalui rekayasa sosial DSS dan terbukti memperbaiki kualitas air limbah rumah tangga yang akan memengaruhi kualitas air sungai. Rekayasa sosial melalui DSS dapat diterapkan di daerah permukiman dengan tingkat partisipasi penduduk sedang hingga tinggi dan sistem sanitasinya belum terbangun. DSS ini dapat dianalogikan sebagai pengolahan limbah primer tanpa instalasi pengolahan air limbah (IPAL) sehingga *greywater* yang masuk saluran pembuangan dapat berkurang konsentrasinya.

Pemerintah daerah dapat merespon temuan tersebut dalam perancangan kebijakan daerah untuk mengurangi tingkat pencemaran Sungai Ciliwung sehingga dapat memenuhi baku mutu air limbah domestik yang dalam penelitian ini mengacu pada nilai dalam PermenLH Nomor 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah. Dalam perkembangan penelitian, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) mengeluarkan peraturan terbaru yakni Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik berlaku mulai tanggal 2 September 2016.

UCAPAN TERIMA KASIH (ACKNOWLEDGEMENT)

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Pusat Penelitian dan Pengembangan Kualitas dan Laboratorium Lingkungan, Badan Penelitian, Pengembangan, dan Inovasi, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan atas dukungan pendanaan penelitian. Kami juga mengucapkan terima kasih kepada perangkat Pemerintah Kota

Depok sampai dengan tingkat rukun tetangga atas dukungan terhadap pelaksanaan DSS pengolahan sampah dan limbah domestik di lokasi penelitian. Secara khusus, ucapan terima kasih disampaikan kepada tim penelitian Ciliwung, para responden dan para kader Pembinaan Kesejahteraan Keluarga (PKK) Sektor Mirah Perumahan Permata Depok sehingga kegiatan ini terlaksana hingga memperoleh luaran penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, M., Hadi, S., & Sulistyantara, B. (2016). Study on land cover change of Ciliwung downstream watershed with spatial dynamic approach. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 227, 52–59. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2016.06.042>.
- Alviya, I., Suryandari, E. Y., Maryani, R., & Muttaqin, M. Z. (2016). Meningkatkan peran pemangku kepentingan dalam pengelolaan wilayah hulu daerah aliran sungai Ciliwung. *Jurnal Penelitian Sosial dan Ekonomi Kehutanan*, 13(2), 121–134. <https://doi.org/10.20886/jsek.2016.13.2.121-134>.
- Anandita, A., Soeaidy, M. S., & Hadi, M. (2013). Pelaksanaan pembangunan sarana prasarana lingkungan sebagai wujud program pemberdayaan masyarakat di Kelurahan Dinoyo Kota Malang. *Jurnal Administrasi Publik*, 1(5), 853–861.
- Ardhana, I. P. G. (2012). Peran serta masyarakat dalam pembangunan. *Ecotrophic: Journal of Environmental Science*, 1(2), 1–11. Retrieved 7 July 2017 from <https://ojs.unud.ac.id/index.php/ECOTROPHIC/article/view/2459>.
- Arifasihati, Y., & Kaswanto. (2016). Analysis of land use and cover changes in Ciliwung and Cisadane watershed in three decades. *Procedia Environmental Sciences*, 33, 465–469. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2016.03.098>
- Asemota, L., Alkhaddar, R., Sertyesilisik, B., & Tunstall, A. (2011). Wastewater management in Lagos State: Moving toward a more sustainable approach. *Environmental Quality Management*, 49(4), 16–18. <https://doi.org/10.1002/tqem>.
- Azh, A. F., & Suhartini. (2016). Analisis komparatif usahatani tebu (Studi di Desa Wates, Kecamatan Ranuyoso, Kabupaten Lumajang). *Jurnal Habitat*, 27(1), 25–36. <https://doi.org/10.21776/ub.habitat.2016.027.1.4>.

- Bandara, D. M. B., & Chandrakumara, D. P. S. (2015). A binary logistic regression analysis on the demand for bottled water in the city of Colombo. *International Journal of Multidisciplinary Research and Development*, 2(11), 428–433. Retrieved from www.allsubjectjournal.com.
- BAPEDALDA. (2005). *Master plan demonstration site station (DSS) for improving environment quality of Deli and Belawan Rivers*. Medan: Bapedalda.
- Boufaroua, M., Albalawneh, A., & Oweis, T. (2013). Assessing the efficiency of grey-water reuse at household level and its suitability for sustainable rural and human development. *British Journal of Applied Science & Technology*, 3(4), 962–972. Retrieved from <http://www.sciencedomain.org/abstract.php?iid=226&id=5&aid=1609>.
- Brown, C. A., & Nelson, W. G. (2015). A method to identify estuarine water quality exceedances associated with ocean conditions. *Environmental Monitoring and Assessment*, 187(133), 1–14. <https://doi.org/10.1007/s10661-015-4347-3>.
- BSN. (2004). SNI 03-7016-2004: *Tata cara pengambilan contoh dalam rangka pemantauan kualitas air pada suatu daerah pengaliran sungai*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Diekmann, A., & Przepiorka, W. (n.d.). *Experiments in sociology*. Zurich: Swiss Federal Institute of Technology.
- Irawan, D. E., Silaen, H., Sumintadireja, P., Lubis, R. F., Brahmantyo, B., & Puradimaja, D. J. (2015). Groundwater–surface water interactions of Ciliwung river streams, segment Bogor–Jakarta, Indonesia. *Environmental Earth Sciences*, 73(3), 1295–1302. <https://doi.org/10.1007/s12665-014-3482-4>.
- Kaswanto, & Utami, F. N. H. (2016). The disparity of watershed development between northern and southern region of Java Island. *Procedia Environmental Sciences*, 33, 21–26. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2016.03.052>.
- Kurniawan, A., Wirasembada, Y. C., & Ihsan, M. (2014). Estimasi kualitas air Sungai Ciliwung dan Cisadane di Kota Bogor berdasarkan beban dan indeks pencemaran. In P. Sudjono, B. Suharto, & B. Rahadi (Eds.), *Penelitian masalah lingkungan di Indonesia* (pp. 161–169). Malang: Ikatan Ahli Teknik Penyehatan dan Lingkungan Indonesia.
- Lala, O., Badilo, I. A., Gintu, A. R., & Hastuti, D. K. A. K. (2012, September). Surfaktan yang biodegradable dari minyak goreng bekas. Disampaikan pada *Seminar Nasional Sains dan Pendidikan Sains VII UKSW*. Salatiga: Univeristas Kristen Satya Wacana. Retrieved 7 July 2017 from [http://repository.uksw.edu/bitstream/123456789/3073/2/PROS_Olkelala%2C%20Agung%20RG%20Istari%20B%20Dewi%20KH_Surfaktan yang Biodegradable_Full text.pdf](http://repository.uksw.edu/bitstream/123456789/3073/2/PROS_Olkelala%2C%20Agung%20RG%20Istari%20B%20Dewi%20KH_Surfaktan%20yang%20Biodegradable_Fulltext.pdf).
- Maharani, S. E., Suarna, I. W., & Suyasa, I. W. B. (2007). Karakteristik sampah dan persepsi masyarakat terhadap pengelolaan sampah di Kecamatan Banyuwangi Kabupaten Banyuwangi Provinsi Jawa Timur. *Ecotrophic: Journal of Environmental Science*, 2(1), 1–8. Retrieved 7 July 2017 from <https://ojs.unud.ac.id/index.php/ECOTROPHIC/article/view/2470>.
- Manurung, R. A. (2013). Peran masyarakat dan swasta dalam pengelolaan sampah di kota kecil Jawa Tengah (Studi kasus: Kawasan Kupang Kidul, Kota Ambarawa). *Jurnal Wilayah dan Lingkungan*, 1(3), 227–244. <https://doi.org/10.14710/jwl.1.3.227-244>.
- Parvez, R., Chowdhury, N. K., Smart, A. J., Stover, R. G., & Janssen, L. L. (2017). Conservation attitudes and satisfaction on agro-environmental conditions of South Dakota: A study of landowners' perceptions. *Journal of The ASFMRA*, 11–25.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah.
- Permatasari, P. A., Setiawan, Y., Khairiah, R. N., & Effendi, H. (2017). The effect of land use change on water quality: A case study in Ciliwung watershed. *Environmental Earth Sciences*, 54. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/755/1/011001>.
- Poerbandono, Julian, M. M., & Ward, P. J. (2014). Assessment of the effects of climate and land cover changes on river discharge and sediment yield, and an adaptive spatial planning in the Jakarta region. *Natural Hazards*, 73(2), 507–530. <https://doi.org/10.1007/s11069-014-1083-x>.
- Pratiwi, D. R. (2011). *Analisis penetapan kadar minyak dan lemak pada limbah sawit dengan metode gravimetri*. Retrieved 12 July 2017 from <http://repository.usu.ac.id/handle/123456789/28636>
- Purwati, S. U., Aryantie, M. H., & Pitalokasari, O. D. (2016). *Inventarisasi karakteristik limbah domestik di Sungai Ciliwung* (Laporan Hasil Penelitian). Tangerang Selatan: Puslitbang Kualitas dan Laboratorium Lingkungan (Tidak dipublikasikan).
- Puspita, I., Ibrahim, L., & Hartono, D. (2016). Pengaruh perilaku masyarakat yang bermukim di kawasan bantaran sungai terhadap penurunan kualitas air Sungai Karang Anyar Kota Tarakan. *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, 23(2), 249–258.

- Rahman, A. A., & Lelono, G. S. (2013). Pemanfaatan minyak goreng bekas menjadi detergen alami melalui kombinasi reaksi trans-esterifikasi dan sulfonasi. *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri*, 2(2), 84–90. Retrieved 07 July 2017 from <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jtki/article/view/2612/2604>.
- Ramsey, E., Berglund, E. Z., & Goyal, R. (2017). The impact of demographic factors, beliefs, and social influences on residential water consumption and implications for non-price policies in Urban India. *Water*, 9(844), 1–21. <https://doi.org/10.3390/w9110844>.
- Regmi, R. K., & Mishra, B. K. (2016). Use of water quality index in water quality assessment: A case study in the Metro Manila. *Water and Urban Initiative, Working Paper Series, Number 07 - March 2016: 4pp*. Tokyo: United Nations University (UNU). <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.25821.61920>.
- Santoso, S. (2014). *Limbah cair domestik: Permasalahan dan dampaknya terhadap lingkungan*. Banyumas: Universitas Soedirman. Retrieved 19 January 2017 from bio.unsoed.ac.id.
- Setiadi, A. (2015). Studi pengelolaan sampah berbasis komunitas pada kawasan permukiman perkotaan di Yogyakarta. *Jurnal Wilayah dan Lingkungan*, 3(1), 27–38. <https://doi.org/10.14710/jwl.3.1.27-38>
- Sikder, M. T., Yasuda, M., Yustiawati, Syawal, S. M., Saito, T., Tanaka, S., & Kurasaki, M. (2012). Comparative assessment on water quality in the major rivers of Dhaka and West Java. *International Journal of Environmental Protection*, 2(4), 8–13. Retrieved 12 July 2017 from www.ij-ep.org.
- Sularso, G. N. M., Tambunan, R. P., & Atmoko, A. W. (2015). Low carbon development strategy on land use sector in Ciliwung middle-stream watershed. *Indonesian Journal of Forestry Research*, 2(1), 55–69. Retrieved 5 December 2017 from <http://ejournal.forda-mof.org/ejournal-litbang/index.php/IJFR/article/view/1639>.
- Suryono, D. D., & Moersidik, S. S. (2013). Dinamika nitrogen di perairan muara Sungai Ciliwung. In Haryanti, Rachmansyah, I.N. Radiarta, & A.H. Kristianto (Eds.), *Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur 2013: 1151-1157*. Diakses pada tanggal 5 Desember 2017 dari <http://ejournal-balitbang.kkp.go.id/index.php/fita/article/view/4560/3957>. Jakarta: Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan Indonesia.
- Suryono, D. D., & Moersidik, S. S. (2015). Kajian karakteristik muara Ciliwung dengan model budget nitrogen. *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, 22(1), 32–38.
- Susetyo, B., Widiatmaka, Arifin, H. S., Machfud, & Arifin, N. H. S. (2014). Analisis spasial kemampuan dan kesesuaian lahan untuk mendukung model perumusan kebijakan manajemen lanskap di sempadan Ciliwung, Kota Bogor. *Majalah Ilmiah Globe*, 16(1), 51–58.
- Syaputri, M. D. (2017). Peran dinas lingkungan hidup kota Surabaya dalam pengendalian pencemaran air Sungai Brantas. *Refleksi Hukum*, 1(2), 131–145.
- Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah.
- Varnosfaderany, M. N., Mirghaffary, N., Ebrahimi, E., & Soffianian, A. (2009). Water quality assessment in an arid region using a water quality index. *Water Science & Technology*, 60(9), 2319–2327. Retrieved 7 December 2017 from <http://wst.iwaponline.com/content/60/9/2319>
- Vollmer, D., & Gret-Regamey, A. (2013). Rivers as municipal infrastructure: Demand for environmental services in informal settlements along an Indonesian river. *Global Environmental Change*, 23(6), 1542–1555. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2013.10.001>.
- Vollmer, D., Prescott, M. F., Padawangi, R., Girot, C., & Grêt-Regamey, A. (2015). Understanding the value of urban riparian corridors: Considerations in planning for cultural services along an Indonesian river. *Landscape and Urban Planning*, 138, 144–154. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.02.011>.
- Widiyanto, A. F., Yuniarno, S., & Kuswanto. (2015). Polusi air tanah akibat limbah industri dan limbah rumah tangga. *KEMAS: Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 10(2), 246–254. Retrieved 19 January 2017 from <https://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/kemas/article/view/3388/3300>.
- Yudo, S. (2010). Kondisi kualitas air Sungai Ciliwung DKI Jakarta ditinjau dari parameter organik, amoniak, fosfat, deterjen dan bakteri coli. *Jurnal Air Indonesia*, 6(1), 34–42. Retrieved 22 December 2016 from <http://www.kelair.bppt.go.id/Jai/2010/vol6-1/04ciliwung.pdf>.