

Perencanaan Pengelolaan Air Limbah di Kampus Terpadu Universitas Islam Indonesia (UII) Yogyakarta

Andhyka Surya S, Rania Pangestika Adhia W, Luqman Hakim dan Eko Siswoyo

Program Studi Teknik Lingkungan, FTSP - Universitas Islam Indonesia

Jl. Kaliurang KM. 14,4 Sleman Yogyakarta 55581

andhyka.enviro11@gmail.com

ABSTRACT

Wastewater treatment systems in integrated campus Islamic University of Indonesia (UII) using anaerobic treatment with septic tanks at each building. Septic tank building will be optimized function as primary treatment. Planned wastewater treatment with a hybrida sanitation systems that serve seven buildings and the resulting discharge is 578 m³/day in the 20 year plan period. The wastewater characteristics in Integrated Campus of UII is a type of low strength wastewater or more dominated by gray water. Waste water drainage system using a piping system (sewerage) a type of small bore sewerage and using PVC pipe. Wastewater treatment units used are the Wastewater Garden (WWG), which can removal BOD of about 85-95%. The resulting effluent is 39,9 m³/day are accommodated in ponds which can be used for watering plants and surplus water will be supplied to the leach field for groundwater conservation.

Keywords : *Hybrid, Planning, Plant, Small Bore Sewerage, Wastewater Garden (WWG)*

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Universitas Islam Indonesia (UII) memiliki kebijakan Kampus Lestari atau Kampus Hijau yang mengedepankan unsur pelestarian lingkungan. Kampus Terpadu UII direncanakan akan membangun Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL), dimana hal tersebut yang menjadi dasar keikutsertaan UII dalam pelestarian lingkungan. Selain itu, pembangunan IPAL dapat dijadikan sebagai media pembelajaran atau edukasi tentang pengelolaan air limbah. Langkah pengelolaan limbah yang direncanakan adalah dari mulai limbah itu dialirkan ke jaringan perpipaan, kemudian diolah pada IPAL.

Jumlah pengguna air bersih berkorelasi dengan jumlah air limbah. Pada kondisi eksisting di lapangan, pengelolaan air limbah di UII, menggunakan tangki septik dan sumur resapan. Dalam perencanaan ini tangki septik yang telah ada dimanfaatkan sebagai unit pengolahan awal dimana terjadi proses sedimentasi agar fungsi unit ini lebih dioptimalkan. Adapun sumber limbah domestik yang berada di Kampus Terpadu UII berasal dari limbah dapur, seperti air limbah cucian dapur yang mengandung minyak, lemak dan sisa-sisa makanan. Limbah toilet dan kamar mandi, seperti feses, urine dan air sabun. Limbah domestik ini banyak mengandung mikroba patogen, Nitrogen dan Fospor, oleh karena itu perlu adanya suatu pengelolaan air limbah di Kampus Terpadu UII untuk mendukung

pelestarian lingkungan, yang meliputi penyaluran dan pengolahan air limbah secara tepat. Air limbah dari dapur tidak dibahas pada perencanaan ini. Pada pemilihan unit instalasi pengolahan selalu mempertimbangkan aspek kelayakan teknis, ekonomi maupun lingkungan.

B. Rumusan Masalah Perencanaan

Sistem pengelolaan air limbah domestik di Kampus Terpadu Universitas Islam Indonesia (UII) menerapkan prinsip setempat dengan unit pengolahan yaitu tangki septik, kemudian dialirkan ke sumur resapan dan diresapkan kedalam tanah. Efektifitas tangki septik dalam menghilangkan kandungan zat pencemar masih berkualitas rendah, dikarenakan prinsip kerja tangki septik adalah hanya dengan proses pengendapan dan penguraian.

C. Tujuan Perencanaan

Perencanaan ini bertujuan untuk :

- 1) Meninjau kelayakan alternatif unit, sistem sanitasi dan lokasi pengolahan air limbah domestik yang akan diterapkan.
- 2) Menentukan *Detail Engineering Design* (DED) yang terpilih untuk mengolah air limbah.

D. Manfaat Perencanaan

Manfaat perencanaan ini adalah untuk mendesain sistem pengelolaan air limbah di Kampus Terpadu Universitas Islam Indonesia (UII) Yogyakarta, serta mengusulkan alternatif unit pengolahan dan sistem sanitasi pengelolaan air limbah domestik di Kampus Terpadu Universitas Islam Indonesia berdasarkan studi kelayakan.

E. Lingkup Permasalahan

Untuk mendapatkan hasil pembahasan yang maksimal, maka perlu dilakukan pembatasan masalah yang akan dibahas. Sesuai dengan tujuan dari perencanaan ini, maka batasan masalah dapat diuraikan sebagai berikut :

- 1) Limbah yang diolah adalah limbah domestik di Kampus Terpadu Universitas Islam Indonesia (UII) berasal dari toilet pada tujuh gedung.
- 2) Limbah yang diolah bukan limbah yang berasal dari Laboratorium dan Kantin-Kantin Kampus Terpadu Universitas Islam Indonesia (UII).
- 3) Limbah *blackwater* dan *greywater* dalam kondisi tercampur pada pengolahan.
- 4) Memberikan alternatif-alternatif pengolahan limbah dan memberikan alternatif penggunaan air limbah setelah dilakukan pengolahan.

II. METODOLOGI

Cara pendekatan perencanaan pengelolaan air limbah kampus terpadu Universitas Islam Indonesia (UII) dapat dilihat pada Tabel 1 sebagai berikut :

Tabel 1. Metodologi

No	Data	Sumber	Metode Pengumpulan Data
1	Jumlah Pengguna	D3 Ekonomi, Rektorat, S1 Ekonomi, Lab Kedokteran	-Wawancara -Observasi -Form
2	Kualitas Air Limbah	-Tangki Septik FTI-UII -Uji Lab di Lab. Kualitas Air	SNI 06-6989.59-2009
3	Proyeksi Pengguna	PerMen PU No:18/PRT/M/2007	-Aritmatik - Geometrik -Eksponensial -Least Square
4	Kondisi Eksisting dan Luas Lahan	-Bagian Pengelola Fasilitas Kampus -Masterplan UII 2013-2023	-Observasi -Dokumentasi -Wawancara
5	Topografi Wilayah	-Bagian Pengelola Fasilitas Kampus -Masterplan UII 2013-2023	-Observasi -Dokumentasi

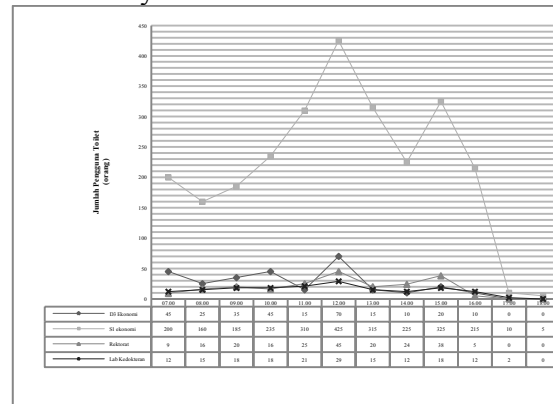
(Sumber: Hasil Analisis Penulis)

III. HASIL dan PEMBAHASAN

A. Analisa Debit Air Limbah

Perencanaan Pengelolaan Air Limbah akan direncanakan 20 Tahun pada tahun 2015/2016 hingga tahun 2035. Jumlah penggunaan air bersih adalah 25 liter/orang/hari, berdasarkan simulasi penggunaan air bersih saat digunakan. Pada tahun 2014 jumlah pengguna yaitu 5311 orang, kemudian tahun selanjutnya yaitu tahun 2015 merupakan tahun rencana dengan jumlah pengguna yaitu 5332 orang. Masuk pada tahun perencanaan Masterplan UII yaitu tahun 2023 dengan jumlah pengguna yaitu 5505

hingga tahun 2035 dengan jumlah pengguna yaitu 5775 orang. Jumlah debit air limbah yang dihasilkan pada tahun 2035 sebesar 578 m³/hari dengan debit air limbah yaitu 578 m³/hari.



Gambar 1. Grafik Pemakaian Toilet

B. Kualitas Air Limbah

Tabel 2. Karakteristik Air Limbah di Kampus Terpadu Universitas Islam Indonesia (UII) untuk Perencanaan Pengelolaan Air Limbah

Parameter	Satuan	Hasil Uji Laboratorium yang telah ditambahkan safety factor Metcalf&Eddy	Baku Mutu Lingkungan (Peraturan Gubernur, DIY No.07 Tahun 2010)
pH		7	6,0 - 9,0
Suhu		24	± 3°C thd suhu udara
Konduktivitas	µmhos/cm	1008	1562,5
BOD	mg/l	110	50
COD	mg/l	250	125
TSS	mg/l	120	50
TDS	mg/l	670	1000
Detergen	mg/l	10	5
Minyak & Lemak Nabati	mg/l	5	5

(sumber : hasil uji lab, Metcalf & Eddy, PerGub DIY No 07 Tahun 2010)

Menurut (Metcalf & Eddy, 2003) komposisi tipikal air limbah domestik digolongkan menjadi 3 (tiga) yaitu *low strength*, *medium strength* dan *high strength*. Komposisi tipikal air limbah domestik di Kampus Terpadu Universitas Islam Indonesia, termasuk dalam kategori *low strength*, dikarenakan dari intensitas penggunaan dan juga air limbah telah mengalami proses pengolahan di tangki septik sehingga nilai parameternya menjadi rendah. Pada perencanaan menggunakan konsentrasi parameter berdasarkan Metcalf & Eddy yang bertujuan untuk memenuhi *safety factor* untuk perencanaan 20 tahun

mendatang. Sehingga diperoleh karakteristik air limbah yang akan disajikan dalam Tabel 2.

C. Alternatif Unit Pengolahan dan Sistem Sanitasi Air Limbah

Kriteria pemilihan alternatif unit adalah pengolahan air limbah tidak kontak langsung secara visual, fisik dan udara secara langsung yang dapat menimbulkan bau, sehingga sedapat mungkin dalam keadaan tertutup. Pemilihan alternatif unit harus layak ditempatkan di areal publik karena tidak adanya lahan khusus dan *boundary* yang luas antara sistem pengolahan dan aktivitas publik sehingga unit harus tertata dan tidak mengganggu aktivitas publik.

Tabel 3. Matriks Alternatif Unit Pengolahan

Kriteria Penilaian Kelayakan (Parameter)	Alternatif Unit Pengelolaan Air Limbah		
	Anaerobik Baffle Reaktor	BioSeven IPAL Paket	Waste Water Garden
Umur Desain	2-3 Tahun	5-10 Tahun	8-15 Tahun
Debit Air	116 m ³ /hari	116 m ³ /hari	116 m ³ /hari
Debit Hasil Air Olahan	± 92,8 m ³ /hari (80%)	± 92,8 m ³ /hari (80%)	± 40,6 m ³ /hari (35%)
Proses Pengolahan	Secara Anaerobik, yang terdiri dari pra sedimentasi (pengendapan) dan selanjutnya akan terjadi proses penguraian zat organik.	Screening, Grease Trap, Aerasi, Sedimentasi, Desinfeksi	Air olahan dilewatkan ke media gravel dan terjadi penguraian zat organik oleh mikroorganisme.
Pengoperasian	Mudah Tidak Menggunakan Energi Listrik	Mudah Menggunakan Energi Listrik	Mudah Tidak Menggunakan Energi Listrik
Perkiraan Biaya Operasional dan Perawatan	Rp. 612.272,00 (perawatan/3 tahun)	Rp. 1.284.273,92 (perawatan/2 tahun) Rp. 834.273,92 (operasional/hari)	Apabila media dibersihkan : Rp. 612.272,00 Media diganti : Rp. 206.301.272,00
Biaya Investasi Awal (Rp.)	235.098.400	751.669.095	158.701.499
Pengaruh Terhadap Lingkungan	Menghasilkan gas Metan, dimana gas Metan 25x lebih berbahaya dibandingkan dengan CO ₂	Menggunakan energi dalam pengoperasiannya	Menyebabkan bibit penyakit jika terjadi genangan air.
Luasan Lahan Terpakai	Luas ABR tersebut adalah 70,6 m ² .	Luas BioSeven IPAL paket adalah 204,75 m ² .	Luas WWG tersebut adalah 3116 m ² .

(sumber : Hasil Analisis Penulis)

Tabel 4. Matriks Alternatif Sistem Sanitasi

No	Kriteria Penilaian Umum (Parameter)	Sistem Sanitasi Setempat	Sistem Sanitasi Terpusat	Sistem Sanitasi Hibrida
1	Biaya Investasi Awal	Biaya Rendah	Biaya Tinggi	Biaya Sedang
2	Penggunaan Lahan	Penggunaan lahan hanya di daerah sekitar gedung yang direncanakan	Perencanaan lebih fleksibel	Perencanaan lebih fleksibel
3	Pemanfaatan Air Olahan	Konservasi air tanah	Air baku untuk penyiraman tanaman Konservasi air tanah	Air baku untuk penyiraman tanaman Konservasi air tanah
4	Pengurusan/ Penyedotan Lumpur	Dilakukan dimasing-masing gedung	Hanya dilakukan pengurusan di bak sedimentasi	Dilakukan dimasing-masing gedung
5	Perawatan Pipa	Perawatan pipa mudah, karena pipa yang digunakan tidak terlalu panjang	Perawatan pipa tinggi, karena limbah yang masuk merupakan air limbah langsung dari toilet (fresh wastewater)	Perawatan pipa sedang, karena air limbah yang dialirkan merupakan effluen dari tangki septik (grey water)
6	Sistem Sanitasi Berkelanjutan	Tidak mudah diupgrade, karena lahan terbatas	Mudah diupgrade, pemanfaatan air olahan dan berperan serta terhadap konservasi air tanah	Mudah diupgrade, pemanfaatan air olahan dan berperan serta terhadap konservasi air tanah

(sumber : Hasil Analisis Penulis)

Unit alternatif merupakan unit pengolahan sekunder (*secondary treatment*) dimana, tujuan utama dari pengolahan sekunder adalah meremoval bahan organik dan mereduksi patogen dan nutrien. Kunci penting dalam pengolahan sekunder yaitu dengan komponen proses biologis, dimana zat organik diremoval oleh mikroorganisme melalui reaksi biokimia. Dekomposisi mikroba organik dapat berlangsung dalam kondisi anaerobik dan aerobik (Von Sperling dan Cherniharo, 2005).

D. Alternatif yang Terpilih

D. 1) Unit Pengolahan

Waste Water Garden (WWG) dipilih dikarenakan memiliki skor tertinggi pada umur desain yang lama, efisiensi removal air limbah yang memiliki keefektifan yang tinggi, kemudahan perawatan yang tinggi, memiliki peran serta terhadap pelestarian lingkungan dan sanitasi berkelanjutan. Skor penilaian terendah pada unit ini yaitu lahan terpakai sangat tinggi dan biaya investasi awal yang tinggi.

D. 2) Sistem Sanitasi

Sistem sanitasi hibrida dipilih dikarenakan memiliki skor tertinggi pada investasi awal yang rendah, fleksibilitas penggunaan lahan, pemanfaatan air olahan dan sistem sanitasi yang berkelanjutan. Skor penilaian terendah pada sistem ini yaitu pengurusan atau penyedotan lumpur harus tetap dilakukan dimasing-masing tangki septik di gedung pelayanan.

E. Perencanaan Sistem Sewerage

Direncanakan pengaliran air limbah dengan sistem perpipaan atau sewer dengan *small bore sewerage*. Dipilihnya sistem ini karena untuk menghubungkan antara pengolahan air limbah awal yang telah ada kemudian dialirkan dengan perpipaan menuju Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL). Saluran pipa air limbah yang ditanam dalam tanah secara dangkal yaitu dengan kedalaman 0,8 m sampai dengan 2 m.

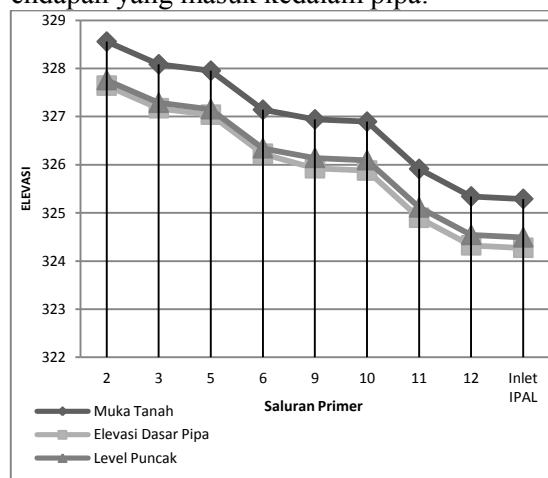
E. 1) Dimensi Pipa

Pada hidrolika pipa, metode atau formula desain pipa full flow yang digunakan adalah Manning. Terdapat 4 (empat) parameter utama dalam mendesain pipa full flow, yaitu debit penuh (Q_f), kecepatan pada saat pipa penuh (V_f), kemiringan (S), dan diameter pipa (D). Dalam perencanaan ini digunakan grafik elemen hidroliks untuk saluran circular. Direncanakan rasio diameter pipa dan tinggi renang (d/D) adalah 0,6. Dengan demikian terdapat 0,6 bagian ruang udara pada saat debit puncak. Dari nilai d/D 0,6. Berdasarkan grafik elemen hidroliks untuk saluran circular diperoleh rasio debit puncak dengan debit penuh (Q_{peak}/Q_{full}) adalah 0,69. Dalam perencanaan, dipilih pipa jenis PVC type D dengan nilai kekasaran 0,012.

E. 2) Kecepatan Aliran

Kecepatan aliran pada saat debit puncak (V_p) didasarkan pada rasio kecepatan aliran pada saat debit penuh (V_F). Dengan mengacu pada debit penuh (Q_F) pada pipa dengan dengan diameter baru (hasil penyesuaian dengan diameter pipa pasaran tersedia), diperoleh rasio debit puncak (Q_p) terhadap debit penuh (Q_F). Selanjutnya, penentuan nilai d/D dan V_p/V_F didasarkan pada grafik elemen hidroliks. Berdasarkan Tata Cara Rancangan Sistem Jaringan Perpipaan Air Limbah Terpusat Departemen Pekerjaan Umum, kecepatan aliran dalam pipa sewerage harus berada pada range 0,6 m/s – 3 m/s, namun pada perencanaan ini digunakan kecepatan minimum aliran yaitu 0,3 m/detik dikarenakan air limbah yang teralirkan merupakan effluen dari tangki septik, dimana air limbah sudah terolah

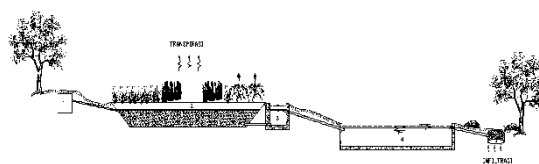
dengan cara sedimentasi sehingga mengurangi endapan yang masuk kedalam pipa.



Gambar 2. Profil Hidrolis Saluran Primer

F. Detail Engineering Design (DED)

Pada Gambar 2 akan dijelaskan skema pengelolaan air limbah domestik kampus terpadu UII, sebagai berikut :



Gambar 3. Diagram Alir Pengelolaan Air Limbah Domestik, UII

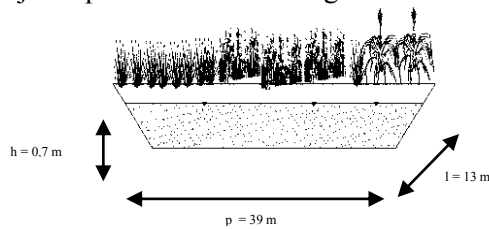
F. 1) Waste Water Garden (WWG)

Direncanakan unit WWG merupakan sistem *Subsurface Flow* (SSF) dengan aliran horizontal. Media yang digunakan merupakan tipe media *Gravelly Sand* dengan ukuran efektif 8 mm. Konstanta kecepatan reaksi dengan SSF yaitu 1,104 hari⁻¹.

Tabel 5. Karakteristik Air Limbah yang Masuk ke WWG

Parameter	Satuan	In	Out
pH		7	7
BOD	mg/l	110	11
COD	mg/l	250	25
TSS	mg/l	390	39
TDS	mg/l	670	67

Dimensi *Waste Water Garden* (WWG) akan disajikan pada Gambar 3 sebagai berikut :



Gambar 4. Dimensi *Waste Water Garden* (WWG)

Effluen yang dihasilkan dari pengolahan *Waste Water Garden* berkisar 20% hingga 50% (Yayasan IDEP, 2011). Effluent yang dihasilkan dianggap 35 % mengambil rata-rata dari hasil olahan WWG. Jenis tumbuhan yang ditanam yaitu, Melati air (*Echinodorus paleaefolius*), Bambu air (*Equisetum hymale*), Akar Wangi (*Chrysopogon zizanioides*), Heliconia atau Pisang-Pisangan (*Musa paradisiaca*), Honje atau Kecombrang (*Etlingera elatior*), Pacing (*Costusspeciosus*) yang memiliki panjang akar berkisar 0,6 m sampai dengan 0,7 m yang merupakan tanaman yang memiliki daun lebar dan batang yang dapat menyimpan air yang banyak. Berdasarkan hal yang telah diuraikan, maka effluen air limbah yang keluar dari unit WWG ini adalah 40,6 m³/hari.

F. 2) Kolam Indikator

Kolam indikator berbentuk persegi dengan menggunakan material beton. Air olahan yang masuk kedalam kolam indikator adalah 0,7 m³/hari. Dimensi kolam indikator yang telah ditetapkan dengan panjang 1 m, lebar 1 m dan kedalaman 0,7 m. Output air yang teralirkan ke kolam penampungan adalah sebesar 40,6 m³/hari – 0,7 m³/hari = 39,9 m³/hari.

F. 3) Kolam Indikator

Kolam penampungan berbentuk persegi panjang dengan material beton. Debit air olahan yang masuk sebesar 39,9 m³/hari. Dimensi kolam penampungan adalah dengan panjang 8 m, lebar 5 m dan kedalaman 1 m. Volume Air yang akan tersimpan adalah sebesar 40 m³/hari. Kedalaman ditentukan yaitu 1 meter dengan mempertimbangkan faktor keamanan untuk bangunan Taman Air ini.

F. 4) Sumur Resapan

Sumur Resapan direncanakan akan dibangun dengan buis beton dengan diameter 1 m pada kedalaman 1,5 meter. Volume galian tanah yang diperoleh adalah 1,2 m³. Buis beton ukuran Ø 1 m,

panjang 0,5 m dengan menggunakan 3 buis beton. Saluran atau pipa pembawa berdiameter 114 mm sebanyak 13 buah pipa.

IV. KESIMPULAN

- 1) Daerah pelayanan perencanaan pengelolaan air limbah di Kampus Terpadu untuk tahun perencanaan 20 tahun mendatang meliputi 7 (tujuh) gedung.
- 2) Karakteristik air limbah di Kampus Terpadu Universitas Islam Indonesia termasuk dalam tipikal low strength.
- 3) Berdasarkan simulasi penggunaan air bersih saat pemakaian toilet, dibutuhkan 25 l/orang, sehingga didapatkan debit air limbah pada tahun 2035 (proyeksi 20 tahun) yaitu 578 m³/hari dengan debit rata-rata yaitu 116 m³/hari.
- 4) Unit yang terpilih setelah dilakukan studi kelayakan yaitu dengan *Waste Water Garden* (WWG), sedangkan sistem sanitasi yang terpilih yaitu dengan Sistem Hibrida yang menggabungkan antara sistem setempat dan terpusat.
- 5) Berdasarkan debit rata-rata sebesar 116 m³/hari, maka bangunan unit WWG direncanakan memiliki P = 39 m ; L = 13 m dengan luas 507 m², kolam indikator dengan P = 1 m ; L = 1 m dengan luas 1 m² dan kolam penampungan memiliki P = 8 m ; L = 5 m dengan luas 40 m².
- 6) Hasil effluen dari WWG akan ditampung di kolam penampungan yang dapat digunakan untuk aktivitas penyiraman tanaman di Kampus Terpadu Universitas Islam Indonesia dan hasil air luapan akan dialirkan menuju sumur resapan dengan kedalaman 1,5 m yang membutuhkan 3 buis beton dengan diameter 1 m.

V. DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Pekerjaan Umum. 2008. *Tata Cara Perencanaan Teknis sewerage Skala Komunitas*. Jakarta
- Metcalf dan Eddy. 2003. *Wastewater Engineering : Traetment and Reuse*. Edisi 4. McGraw Hill. Boston
- Von Sperling, M. and Chernicharo, C.A.L. 2005. *Biological Wastewater Treatment in Warm Climate Regions*. IWA Publishing, London, 835 pp
- Yayasan IDEP. *Wastewater Gardens (WWG)*. PT. Alam Santi. Bali

Pengaruh Peresapan Air Hujan Menggunakan Lubang Resapan Biopori (LRB)

Ashri Febrina Rahmasari

Mahasiswa Pascasarjana Ilmu Lingkungan UNDIP
ashrifebrinar@gmail.com

Suripin

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik UNDIP

Suripin.ar@gmail.com

Sudarno

Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik UNDIP

sudarno_utomo@undip.ac.id

ABSTRAK

Peningkatan kualitas dan kuantitas kebutuhan hidup masyarakat memunculkan perubahan tata guna lahan dari lahan tutupan hijau di mana berfungsi sebagai peresapan air sekaligus memanfaatkan sampah (organik) berupa lubang resapan biopori (LRB) dalam upaya konservasi air dan pencegah genangan serta komposter alami. Penelitian dilakukan dengan aplikasi pembuatan lubang resapan biopori (LRB), pengujian infiltrasi berkala secara kontinyu 60 menit menggunakan wadah, dan perlakuan dekomposisi alami. Bahan kompos menggunakan sampah dapur, sampah guguran daun belimbing, dan sampah campuran keduanya. Jumlah sampah bervariasi yaitu 0,5 kg, 2 kg dan 3 kg per lubang. Pengamatan dilakukan selama 14 minggu. Laju infiltrasi pada LRB semakin meningkat dari minggu ke 1 hingga minggu ke 9 kemudian menurun hingga akhir pengamatan (minggu ke 14). Dikarenakan pori tanah telah terisi air. Laju infiltrasi tertinggi dicapai pada LRB berisi sampah dapur 3 kg, berikutnya diikuti laju infiltrasi LRB berisi sampah daun belimbing 2 kg dan LRB berisi sampah campuran keduanya 0,5 kg. Laju infiltrasi berturut-turut adalah 274,79 liter/jam; 250,18 liter/jam dan 239,41 liter/jam. Pengaruh lubang resapan biopori (LRB) dalam fungsi penanganan timbunan sampah dapat dihitung berdasarkan kapasitas LRB 1 lubang resapan biopori (LRB) dapat menampung timbunan sampah rumah tangga (sampah dapur organik) 0,2 liter/hari dengan pengisian 20 hari, dengan siklus penggantian sampah 10 minggu.

Kata Kunci: *Infiltrasi, Kapasitas LRB, Lubang Resapan Biopori LRB, Sampah organik, dan Sampah rumah tangga*

I. PENDAHULUAN

Perubahan tata guna lahan berupa pesatnya pembangunan adalah penyebab berkurangnya lahan tutupan hijau serta meningkatnya lahan perkerasan. Akibatnya, di beberapa tempat terjadi genangan dan di lain tempat terdapat kekeringan air tanah. Oleh karena itu, lubang resapan biopori (LRB) dapat dikatakan sebagai alternatif upaya perbaikan lingkungan dalam konservasi air. LRB juga berfungsi sebagai komposter alami yang dapat membantu mengurangi timbunan sampah (organik) rumah tangga yang akan masuk ke TPS (tempat pembuangan sementara).

Oleh karena itu, pada penelitian ini bermaksud menganalisa pengaruh LRB sebagai upaya konservasi/pencegahan genangan dan besar kapasitas LRB dalam menangani timbunan sampah (organik) rumah tangga.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Lubang resapan biopori (LRB) merupakan lubang berbentuk silindris berdiameter 10 cm yang digali ke dalam tanah, dimana kedalamannya tidak melebihi 100 cm dari permukaan tanah atau tidak melebihi muka air tanah. Biopori adalah pori makro berbentuk liang sinambung berfungsi mempercepat peresapan air ke dalam tanah, terbentuk karena aktivitas fauna tanah seperti cacing, rayap dan semut (Brata dan Anne, 2008).

Manfaat LRB adalah untuk meresapkan air hujan maka diperlukan lebih dari satu jumlah LRB pada luasan lahan tertentu dengan perhitungan dengan cara berikut:

$$N = \frac{I \times A}{P}$$

Keterangan:

N = Jumlah LRB

I = Intensitas Hujan)

A = luas bidang kedap (m^2)

P = laju peresapan air per lubang ($\frac{liter}{jam}$)

Peresapan air hujan yang efektif perlu dilakukan untuk mengurangi aliran permukaan, dapat dilakukan dengan biopori untuk memelihara kelembaban tanah dan menambah cadangan air bawah tanah (*ground water*). Adapun hubungan diameter lubang dengan beban resapan dan pertambahan luas permukaan resapan pada Tabel 1. berikut

Tabel 1. hubungan diameter lubang dengan beban resapan dan pertambahan luas permukaan resapan

Diameter lubang (cm)	Mulut lubang (cm^2)	Luas dindin g (m^2)	Pertambahan luas (kali)	Volume (liter)	Beban resapan ($liter/m^2$)
10	79	0,3143	40	7,857	25
40	1257	1,2571	11	125,714	100
60	2829	1,8857	7	282,857	150
80	5029	2,5143	5	502,857	200
100	7857	3,1429	4	785,714	250

Sumber : Brata dan Anne (2008)

III. METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan dengan aplikasi penerapan biopori dipermukaan berpaving. Penelitian dilakukan di daerah sumurboto semarang, di halaman salah satu rumah warga. Penelitian ini memiliki variable terikat berupa temperature sampah dan laju infiltrasi LRB. Variable bebasnya adalah jenis sampah yaitu sampah dapur (organik), sampah daun belimbing dan sampah campuran (sampah dapur dan sampah daun) dengan variasi densitas 0,5 kg, 2 kg dan 3 kg. sedangkan variable kontrolnya adalah kelembaban tanah dan curah hujan sesaat (ada hujan atau tidak).

Pengaruh LRB terhadap perbaikan fungsi hidrologis dilihat melalui laju infiltrasi diukur berdasarkan metode infiltrasi oleh Rasmita (2011), yaitu

- Mempersiapkan wadah (X liter) berisi air, kemudian dilakukan penuangan ke dalam lubang resapan biopori (LRB). Perlakuan tersebut dilakukan secara kontinyu selama 1 jam (Z)
- Pengukuran sisa dalam wadah (Y liter)

- Perhitungan berupa jumlah air yang terserap dengan (X-Y liter, untuk menentukan laju resapan air, dihitung dengan rumus:

$$\text{laju resapan air} = \frac{(X - Y) \text{ liter}}{Z \text{ jam}}$$

Pengaruh LRB terhadap penanganan timbulan sampah didasarkan kapasitas LRB dilihat dari penurunan volume kompos dan beban pengomposan.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini dilakukan 6 titik/6 LRB yaitu LRB A berisi 0,5 kg sampah dapur. LRB B berisi sampah dapur 3 kg. LRB C berisi sampah daun belimbing 2 kg. LRB D berisi sampah campuran 0,5 kg. LRB E berisi sampah campuran 3 kg. LRB F berisi 0,5 kg sampah daun belimbing.

Nilai rata-rata tiap LRB pada lokasi yang sama dengan densitas sampah dan jenis sampah yang berbeda menghasilkan infiltrasi yang berbeda seperti ditunjukkan pada Tabel 2 berikut:

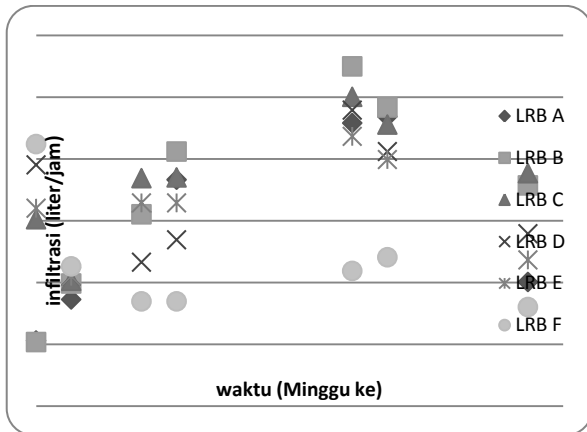
Tabel 2.

infiltrasi (liter/ jam)					
Minggu					
LRB	0	1	3	9	10
LRB A	52,93	86,16	156,94	228,94	234,17
LRB B	51,7	99,09	155,09	274,79	241,56
LRB C	151,09	101,2	184,32	250,18	227,71
LRB D	195,09	104,9	116,32	239,41	205,86
LRB E	160,01	104,9	164,32	218,17	199,4
LRB F	211,91	112,9	84,62	109,24	120,32

Keterangan:LRB= Lubang Resapan Biopori

- LRB A= sampah organik dapur seberat 0,5 kg
- LRB B= sampah organik dapur seberat 3 kg
- LRB C=sampah daun belimbing seberat 2 kg
- LRB D=sampah campuran 0,25 kg sampah dapur dan 0,25 sampah daun belimbing (0,5kg)
- LRB E=sampah campuran 1,5kg sampah dapur dan 1,5 sampah daun belimbing (3 kg)
- LRB F= sampah daun belimbing 0,5 kg

Untuk melihat laju infiltrasi maksimum ditunjukkan melalui Gambar 1. berikut:



Gambar 1. Grafik Infiltrasi LRB

Infiltrasi tiap LRB memiliki fluktuasi yang berbeda, secara keseluruhan infiltrasi pada lubang resapan biopori semakin meningkat dari minggu pertama hingga minggu ke 9 dan minggu ke 10 turun hingga minggu 14. Peningkatan infiltrasi dikarenakan sampah terdekomposisi dan membantu tanah membentuk pori akibat dekomposisi oleh makhluk hidup atau dekomposer sampah. Dan menurun setelah minggu 10 dikarenakan tanah yang berpori tersebut telah berisi air akibat proses uji infiltrasi.

Infiltrasi maksimum LRB berisi sampah dapur ditunjukkan oleh infiltrasi LRB B (sampah dapur 3 kg) pada minggu ke 9 sebesar 274,79 liter/jam. Infiltrasi maksimum LRB berisi sampah daun belimbing ditunjukkan oleh LRB C (sampah daun 2 kg) pada minggu ke 9 sebesar 250,18 liter/jam. Infiltrasi maksimum LRB berisi sampah campuran ditunjukkan oleh LRB D (sampah campuran 0,5 kg) pada minggu ke 9 sebesar 239,41 liter/jam.

Pada penelitian ini pengaruh lubang resapan biopori (LRB) dalam fungsi penanganan timbulan sampah dapat dihitung dari nilai kapasitas LRB, dimana 1 lubang resapan biopori (LRB) dapat menampung timbulan sampah rumah tangga (sampah dapur organik) 0,2 liter/hari dengan pengisian 20 hari, dengan siklus penggantian sampah 9 minggu. Oleh karena itu, perhitungan kebutuhan LRB dalam mengatasi timbulan sampah adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 & \frac{\text{lama periode pengomposan (hari)}}{\text{lama periode pengisian 1 LRB (hari)} \times} \\
 &= \frac{210 \text{ hari}}{20 \text{ hari}} \\
 &= 11
 \end{aligned}$$

Pada LRB B, 3 kg sampah dapur memiliki volume dalam LRB sebanyak 4 liter, di mana untuk memenuhi volume tersebut diperlukan 20 hari

pengisian. Periode pengomposan sebagai dasar adalah saat dekomposisi mulai turun dari puncaknya yaitu pada minggu ke 10 (210 hari). Berdasarkan perhitungan tersebut kebutuhan untuk memenuhi timbulan sampah rumah tangga 11 LRB untuk 10 minggu agar dapat diisi kembali dengan sampah dapur organik baru

V. KESIMPULAN

Pengaruh lubang resapan biopori dalam memperbaiki fungsi hidrologis ditunjukkan dengan hasil infiltrasi maksimum lubang resapan biopori (LRB) berisi sampah dapur 274,79 liter/jam. Infiltrasi maksimum LRB berisi sampah daun belimbing sebesar 250,18 liter/jam. Infiltrasi maksimum LRB berisi sampah campuran 239,41 liter/jam.

Berdasarkan kapasitas LRB 1 lubang resapan biopori (LRB) dapat menampung timbulan sampah rumah tangga (sampah dapur organik) 0,2 liter/hari dengan pengisian 20 hari, dengan siklus penggantian sampah 10 minggu membutuhkan 11 LRB.

DAFTAR PUSTAKA

- Asdak Chay, 2010, Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Cetakan ke 5, Yogyakarta, Gadjah Mada University Press
- BAPPEDA Jombang. BAPPEDA dan Pusat Pengkajian, Penelitian, dan Pengembangan Agribisnis Fakultas Pertanian Universitas Darul'ulum, 2011, Kajian Teknis Pembuatan Lubang Barokah (Biopori) Pada Lahan di Kawasan Kecamatan Wonosalam, Jombang, BAPPEDA Jombang, http://jombangkab.go.id/upload/files/Kajian_bio_pori.pdf
- Brata, Kamir R. dan Anne Nelistya, 2008, *Lubang Resapan Biopori*. Depok, Penebar Swadaya ISBN: 979-002-209-3
- Ginting, Rasmita, 2011, Laju Resapan Air Pada Berbagai Jenis Tanah dan Berat Jerami dengan Menerapkan Teknologi Biopori Di Kecamatan Medan Amplas, Medan, Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan Universitas Sumatera Utara.
- Juliandri, Murti dkk, 2013, Efektivitas Lubang Resapan Biopori Terhadap Laju Resapan (Infiltrasi), Pontianak, Universitas Tanjungpura, <http://jurnal.untan.ac.id/index.php/jmtlntan/article/view/3441/3463>

- Sibrani, R.T dan Didik Bambang S, 2010, Penelitian Biopori Untuk Menentukan Laju Resap Air Berdasarkan Variasi Umur dan Jenis Sampah, Surabaya, Teknik Lingkungan FTSP ITS, <http://digilib.its.ac.id/public/ITS-Undergraduate-10743-Paper.pdf>
- Subandriyo, 2013, Tesis: Optimasi Pengomposan Sampah Organik Rumah Tangga Menggunakan aktivator EM4 dan MOL terhadap Rasio C/N, Semarang, Program Magister Ilmu Lingkungan. Universitas Diponegoro
- Sudarmanto, Arif, Imam buchori dan Sudarno, 2013, Analisis Kemampuan Infiltrasi Lahan Berdasarkan Kondisi Hirometeorologis dan Karakteristik Fisik DAS Pada Sub DAS Kreo Jawa Tengah, Semarang, Pasca Sarjana Ilmu Lingkungan UNDIP

Kajian Mutu Air di Sumur di Lokasi Instalasi Pengolahan Limbah Domestik di Semarang

Dessy Tri Nugraheni

Program Studi Teknik Lingkungan
dhe.dessy@gmail.com

Widyastuti Kusuma Wardhani

Program Studi Teknik Lingkungan
widyastuti92@rocketmail.com

Sudarno

Program Studi Teknik Lingkungan
Sudarno_utomo@yahoo.com

ABSTRAK

Pemerintah Indonesia melalui program SANIMAS telah membangun infrastruktur sanitasi berupa Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Domestik secara komunal. Selain untuk mencapai target MDG's, usaha ini juga untuk mengurangi pencemaran air tanah akibat buangan air limbah domestik. Sepuluh lokasi IPAL di Semarang dijadikan lokasi penelitian. Sumur-sumur terdekat dari IPAL itu diambil sampel airnya untuk kemudian diuji parameter kimia dan fisiknya. Pengambilan sampel dilakukan pada akhir musim kemarau yakni bulan Oktober 2014. Penentuan Mutu Air berdasarkan Kep.Men. LH.No. 115 tahun 2003 digunakan untuk menentukan tingkat cemaran air tersebut.

Hampir semua sampel air mempunyai nilai DO diluar baku mutu yang ditetapkan. Sementara parameter lainnya pH, TSS, COD, Ammonium, Nitrit dan Nitrat beberapa lokasi juga menghasilkan nilai di atas baku mutu. Nilai Indeks pencemar bervariasi antara 1.24 s.d 4.25. Semua air sumur yang diambil menunjukkan mutu air cemaran ringan.

Kata kunci:; Indek Pencemar, Limbah Domestik Mutu Air, On-site Sistem, SANIMAS

I. PENDAHULUAN

Salah satu target Millennium Development Goals (MDG) yang dicanangkan oleh Persatuan Bangsa Bangsa (PBB) adalah mengatasi permasalahan sanitasi, yakni terbatasnya akses air minum dan sanitasi masyarakat. Pada tahun 2015, seharusnya pemerintah sudah dapat mengurangi sampai 50% dari jumlah masyarakat yang belum dapat akses air minum dan sanitasi. Pemerintah Indonesia yang turut menandatangani deklarasi ini, pada tahun 2000, telah menyusun strategi dan program untuk mencapai target MDG's tersebut. Program tersebut difokuskan pada peningkatan jumlah koneksi dari masyarakat di 16 kota yang sudah terlayani sistem pengolahan terpusat serta mengembangkan sistem pengolahan komunal - *decentralized wastewater treatment system* – yang dikenal dengan Sanitasi Masyarakat (SANIMAS).

SANIMAS mengacu pada program pemerintah Indonesia dalam pengadaan fasilitas sanitasi yang melibatkan peran aktif masyarakat. Sekitar 5000 SANIMAS akan diimplementasikan sampai tahun 2015 pada 226 kota yang menjadi prioritas. Jumlah ini menambah banyak fasilitas

sanitasi yang sudah direalisasi sampai tahun 2013 yakni sebanyak 1700 sistem (East Asia Pacific Region 2013). Untuk mencapai sasaran yang diinginkan maka seleksi lokasi dan sistem yang diterapkan untuk sanitasi di satu lokasi mempertimbangkan banyak faktor diantaranya faktor lingkungan, sosial ekonomi dan budaya.

Tiga tipe sistem SANIMAS adalah:

- Fasilitas sanitasi umum yang dapat dimanfaatkan untuk mandi, cuci dan kakus atau yang dikenal dengan MCK+
- Sistem *shallow sewerage*, dimana jamban dari rumah penduduk dialirkan melalui pipa ke sistem pengolahan limbah domestik misalnya *anaerobik digester* komunal.
- Sistem kombinasi, dimana di lokasi *anerobik digester* komunal juga dibangun fasilitas sanitasi umum.

Sistem desentralisasi, yang menyediakan metode yang sederhana, berbiaya murah serta pemeliharaan yang mudah adalah solusi yang sesuai dan sangat layak diaplikasikan di negara berkembang seperti Indonesia. Sistem desentralisasi

bisa melayani secara sederhana dan efektif bagi pemukiman dengan kepadatan rendah maupun pemukiman yang terisolasi. Selain itu, manajemen pengolahan limbah domestik secara desentralisasi bisa mengurangi timbunan air limbah, mengurangi resiko tercemarnya lingkungan ketika terjadi kerusakan sistem, dan meningkatkan peluang penggunaan kembali air limbah, dimana air limbah tetap dipertahankan sedekat mungkin dengan masyarakat yang menghasilkan limbah tersebut.

Teknologi yang diterapkan dalam pengolahan limbah domestik seperti *Anaerobic Baffled Reactor*, *Up-flow Anaerobic Sludge Blanket* (UASB) dan Biofilter aliran ke atas dapat mendegradasi senyawa organik 85 – 90 %. Operasi dan pemeliharaan yang baik dari reaktor tersebut dapat menghasilkan buangan yang aman bagi air permukaan dan mengurangi kasus penyakit *water borne disease* seperti diare dan tyfus. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa proses pengolahan limbah domestik dapat meminimalkan kontaminasi buangan terhadap potensi penyakit dan juga pencemaran lingkungan.

Sistem pengolahan limbah domestik atau dikenal dengan *Decentralised wastewater treatment systems* (DEWATS) semakin berkembang di negara berkembang karena kemampuannya dalam mengurangi biaya dalam jangka panjang, meminimalkan dampak lingkungan dan memfasilitasi penggunaan kembali dari air limbah. Sistem tersebut tidak hanya mengurangi dampak negatif ke lingkungan dan kesehatan masyarakat, namun juga meningkatkan penggunaan kembali air limbah. Ketika dioperasikan secara aktif, sistem ini dapat meningkatkan peluang dikembalikannya air limbah yang sudah diolah ke lokasi sekitar dimana limbah dihasilkan.

Walaupun terbukti bahwa sistem DEWATS ini lebih cocok di negara tropis dan berkembang, namun ada juga beberapa kendala yang ditemukan. Sistem on-site yang tidak direncanakan dengan baik biasanya tetap menghasilkan polusi ke air tanah melalui kebocoran dari penyaluran air limbah ataupun kebocoran dari instalasi pengolahan tersebut, yang berkontribusi terhadap tingginya cemaran biologi ataupun meningkatnya konsentrasi nutrisi (Nitrogen dan Fosfor) pada air tanah. Nitrogen dan Fosfor ini dapat berkontribusi terhadap meningkatnya eutrofikasi pada air permukaan, sementara cemaran biologi menyebabkan kegagalan dalam memproteksi kesehatan masyarakat.

Informasi tentang kontaminasi air tanah akibat pengolahan limbah domestik on-site dirasa masih sangat kurang. Oleh karena itu kualitas air tanah, yang berpotensi bisa dipengaruhi oleh sistem sanitasi on site harus dikaji secara seksama agar supaya mengurangi resiko kesehatan dan lingkungan. Studi yang dilakukan menunjukkan bahwa ada hubungan antara polusi air tanah dan kontaminasi dari limbah domestik.

Sejauh ini masih sangat sedikit penelitian yang mengkaji hubungan kualitas air tanah dan air limbah domestik di Semarang. Berdasarkan hal tersebut maka penelitian ini dilakukan untuk: i. Menentukan kualitas air tanah di lokasi berdekatan dengan Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik yang telah dibangun oleh pemerintah melalui program SANIMAS. II. Menentukan tingkat pencemaran air sumur berdasarkan beberapa parameter dengan menggunakan metode Indeks Pencemar.

II. METODE PENELITIAN

Semarang berlokasi pada 6°58' S - 7°10' S , 110°25' E - 110°50' E yang luasnya sekitar 373.7 km². Topografi Semarang terdiri dari bagian perbukitan di bagian selatan, dan pesisir dibagian utara yang mempunyai ketinggian sekitar 5 meter diatas muka air laut. Topografi yang rendah ini yang menyebabkan Semarang sering mengalami masalah banjir.

Sekarang ini populasi Semarang sekitar 1.6 juta penduduk yang berkonsentrasi dibagian Semarang Tengah dan Semarang Utara. Kepadatan penduduk ini tidak merata, dengan kepadatan penduduk adalah 36 000 orang/km² sementara kepadatan terendah 171 orang / km².

Pada penelitian ini, 10 lokasi dipilih dengan pertimbangan bahwa lokasi ini dapat mewakili wilayah Semarang yang sangat heterogen. Pertimbangan itu antara lain:

- Lokasi studi seharusnya dapat mewakili kepadatan penduduk yang berbeda di Semarang, jenis sistem pengolahan limbah yang berbeda, topografi, tata guna lahan, jenis tanah dan juga hidrogeologi yang berbeda.
- Prioritas diutamakan untuk area dengan sistem infrastruktur sanitasi yang buruk.
- Lokasi penelitian dapat dijangkau.

Koordinat GPS yang akurasi tinggi dicatat bagi semua lokasi IPAL, sumur ataupun air

tanah yang dipantau. GPS data lalu diproses menggunakan *Pathfinder Office 3.0* (Trimble Navigation Ltd., Sunnyvale, CA).

Air tanah yang digunakan bagi sumber air bersih penduduk dipilih yang terletak paling dekat dengan Instalasi Pengolahan Air Limbah. Jumlah titik pengambilan sumber air bersih berbeda beda tergantung dengan kondisi di lapangan. Untuk kemudahan pengolahan data, sampling air tanah diberi label AT-L1 yang berarti Air Tanah untuk Lokasi Satu. Ketika dalam satu lokasi ada beberapa titik pengambilan sampel, maka diberi label. STa-L1, STb-L1, STc-L1 dan seterusnya. Sampel air tanah diambil dalam botol polyethylene berukuran 2000 ml yang telah dibersihkan sebelumnya sesuai dengan SNI nomer 6989.58:2008 point 8.1.

Setelah pengambilan sampel, kandungan oksigen terlarut, salinitas, konduktifitas, potensial reduksi dan oksidasi dan temperatur ditentukan di lokasi pengambilan sampel dengan Water Quality Checker yang telah dikalibrasi. Kemudian sampel dianalisis di Laboratorium Air Teknik Lingkungan

UNDIP. Sampel sampel tersebut di uji nilai pH (berdasarkan SNI SNI 01-3554-2006 Point 2.3), kekeruhan (SNI 01-3554-2006 Point 2.4), total dissolved solids – TDS (SNI 06-6989.27:2004), total suspended solids – TSS (SNI 06-6989.3:2004) chemical oxygen demand – COD (SNI 06-6989.2:2004), ammonium nitrogen – NH_4^+ - N (SNI 01-3554-2006 Point 2.10), nitrite – NO_2^- - N (SNI 01-3554-2006 Point 2.9), nitrate – NO_3^- - N (SNI 01-3554-2006 Point 2.8).

Semua reagen kimia yang digunkan ini adalah reagen kimia untuk analisis tanpa permurnian lebih lanjut. Semua uji dilakukan duplikat.

Persamaan persamaan yang digunakan dalam penentuan indeks pencemaran mengacu pada Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 115 Tahun 2003, tentang Penentuan Status Mutu Air dengan Metode Indeks Pencemaran.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Lokasi dan karakteristik lokasi instalasi pengolahan air limbah dapat dilihat pada Gambar 1 dan Tabel 1

Tabel 1. Karakteristik Lokasi Instalasi Pengolahan Air Limbah

A	B	C	D	E	F	G	H
L1	Jurang	07° 03' 05" S	Pemukiman	2033	2	188	10
	Belimbing	- 110° 26' 41,0" E					
L2	Banyumanik	07° 04' 48,6" S – 110° 24' 30,3" E	Pemukiman	2832	2 & 3	262	15
L3	Kalisegoro	07° 03' 46" S – 110° 22' 47,6" E	Pemukiman	832	2	237	5
L4	Tegalsari	07° 00' 12,5" S – 110° 25' 12,6" E	Pemukiman	11104	2	25	10
L5	Bustaman	06° 58' 24" S – 110° 25' 50,2" E	Pemukiman	9653	1	3	3
L6	Mangkang Kulon	06° 57' 17,64" S – 110° 18' 18,23" E	,Komersial Pemukiman	769.3	1	2	1
L7	Bandarharjo	06° 57' 32,31" S – 110° 25' 08,99" E	Pemukiman dan Komersial skala kecil	5990	1	2	5
L8	Terboyo Kulon	06° 57' 09,76" S – 110° 27' 06,87" E	Pemukiman, gudang, dan transportasi	333	4	0.5	1.5
L9	Tambak Lorok	06° 56' 37,45" S – 110° 26' 11,60" E	Pemukiman dan pasar ikan	9473	1	0.5	-
L10	Panggung Kidul	06° 57' 56,01" S – 110° 24' 23,45" E	Pemukiman	15641	2	2	3

A : Lokasi

B : Desa

C : Koordinate

D : Tata Guna Lahan

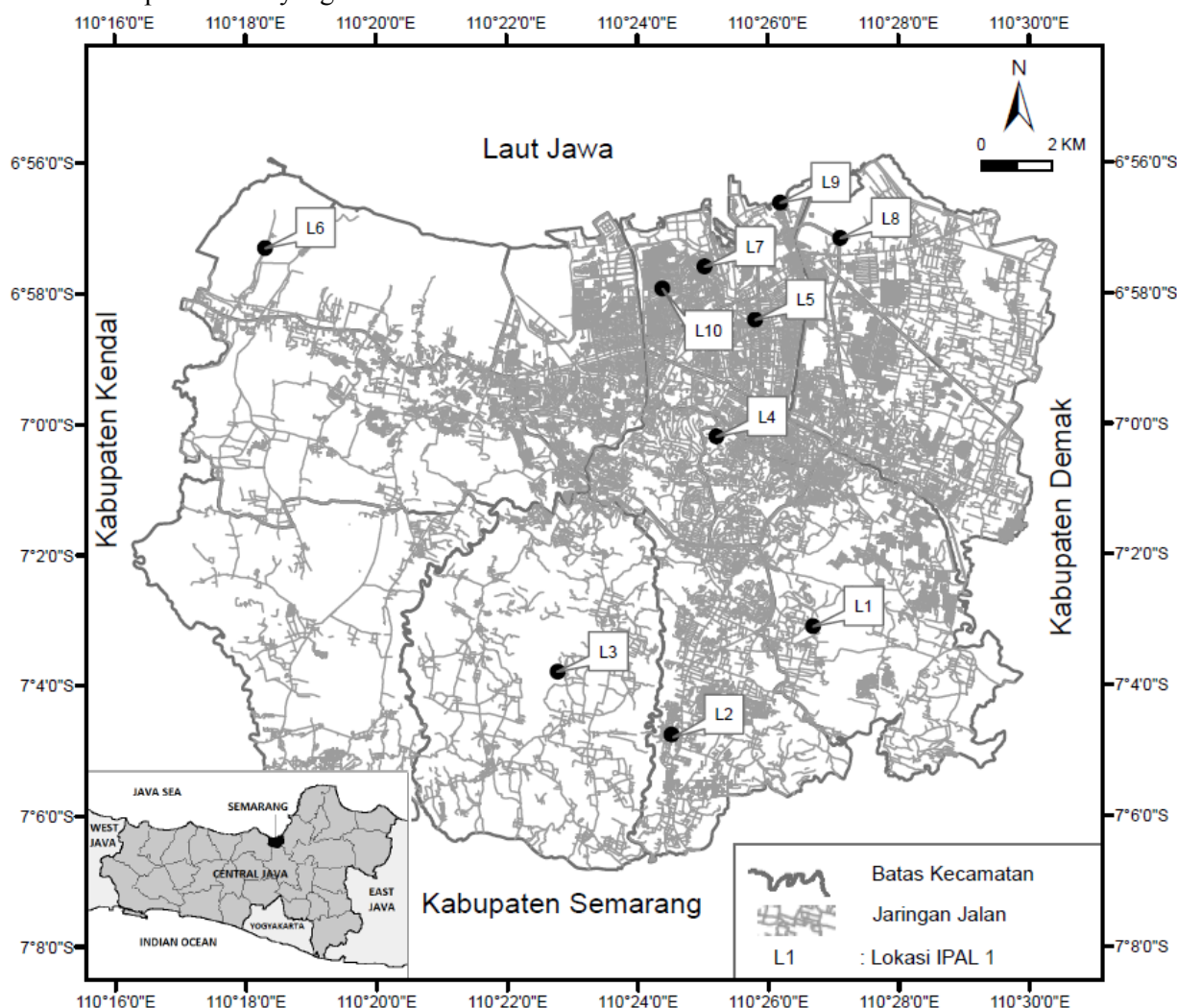
E : Kepadatan Penduduk Orang/km²

F : Tipe IPAL

G : Elevasi (m dari Permukaan Laut)

H : Kedalaman Air Tanah (m)

* Tipe 1, MCK+; 2, Shallow Sewerage Kommunal; 3, Kombinasi Shallow Sewerage dan MCK +; 4, Cubluk
 ** dua sistem pada lokasi yang berdekatan



- **Gambar 1, Lokasi Instalasi Pengolahan Air Limbah**

Parameter fisika dan kimia dari sampel air sumur dapat dilihat pada Tabel 2.

Table 2 Kualitas Air Tanah di sekitar IPAL

Lokasi Sampling	pH	TSS (mg/l)	DO (mg/l)	COD (mg/l)	NH ₃ -N (mg/l)	NO ₂ ⁻ - N (mg/l)	NO ₃ ⁻ - N (mg/l)
AT-L1 ^a	6.3	61	6.1	4.2	0.09	0.21	30.8
AT a- L2	6.2	53	5.6	73.5	0.10	0.75	32.0
AT b-L2	6.2	53	5.7	0.9	0.15	0.96	30.0
AT a-L3	6.0	28	4.9	0.0	0.13	0.05	67.3
AT b-L3	6.7	30	5.6	1.0	0.03	0.23	0.4
AT a-L4	6.8	71	3.6	2.0	0.09	1.40	20.9
AT b-L4	6.7	58	3.7	12.5	0.15	0.20	65.3
AT a-L5	7.2	16	5.0	18.3	12.00	0.60	2.7
AT b-L5	7.1	18	3.9	17.4	9.17	0.21	2.1
AT c-L5	7.1	25	4.0	22.9	0.69	13.70	8.9

Lokasi Sampling	pH	TSS (mg/l)	DO (mg/l)	COD (mg/l)	NH ₃ -N (mg/l)	NO ₂ ⁻ - N (mg/l)	NO ₃ ⁻ - N (mg/l)
AT a-L6	7.1	36	3.5	0.0	0.14	1.90	7.1
AT b-L6	7.7	104	4.1	0.0	0.22	0.42	1.3
AT c-L6	7.0	66	2.5	16.1	0.91	0.45	3.5
AT d-L6	7.1	50	4.2	0.0	0.50	0.12	4.8
AT a-L7	7.8	19	4.2	0.0	0.43	0.15	0.3
AT b-L7	7.7	29	4.2	0.0	1.86	2.39	6.0
AT -L8	8.3	22	5.6	0.0	0.14	0.14	1.7
AT -L9	8.1	14	4.2	0.0	0.15	0.21	1.5
AT a-L10	7.5	16	5.1	3.6	0.71	1.38	4.3
AT b-L10	8.2	22	5.5	10.0	0.00	0.70	9.6
BM ^b	6.5 – 8.5	50 ^c	6 ^{c*}	10 ^c	1.24	0.91	11.3

^a AT-L1 = Air Tanah pada Lokasi 1

^b BM = Batas Maksimal Baku Mutu Air Minum berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 492 – 2010

^c BM = Batas Konsentrasi Maksimal Baku Mutu Air berdasarkan Peraturan Pemerintah No 82 – 2001 untuk pebruntukan kelas 1 (Air baku untuk air minum)

^{c*} MCL = Batas Konsentrasi Minimal Baku Mutu Air berdasarkan Peraturan Pemerintah No 82 – 2001 untuk peruntukan kelas 1 (Air baku untuk air minum)

- pH

Pengukuran pH menunjukkan bahwa sebagian besar pH masih memenuhi baku mutu air minum yakni antara 6.5 – 8.5. Hanya tiga lokasi yang pH air nya dibawah 6.5 yakni sumur di L1, L2 dan satu sumur di L3. Lokasi ini terletak pada lokasi dengan elevasi tinggi. Nilai pH yang rendah ini sangat mungkin disebabkan jenis tanah di lokasi tersebut, yakni jenis tanah Latosol. Tanah tanah di lokasi lain, yakni Aluvial ataupun Aluvial Transisi, air tanahnya mempunyai pH antara 6.5 – 8.5.

- Total Suspended Solid.

Hasil uji TSS menunjukan bahwa sumur di lokasi sekitar IPAL Jurang Belimbing, Banyumanik, Tegalsari dan juga Mangkang Kulon mempunyai nilai TSS di atas baku mutu.. Nilai TSS dapat dipengaruhi adanya senyawa organik, dan juga kadar Besi, Mangan dan Kalsium. Dari hasil yang diperoleh juga dapat diindikasikan bahwa untuk daerah Semarang bawah, kecuali lokasi IPAL Mangkang, nilai TSS nya relatif lebih rendah. Mengingat lokasi di Semarang atas, tanahnya berbukit, memungkinkan aliran air bawah tanah dapat mengalir lebih cepat, sehingga mungkin dapat mengalirkan senyawa senyawa organik yang ada didalam tanah.

- DO – Oksigen terlarut

Hampir semua air sumur yang diambil sampelnya mempunyai nilai oksigen terlarut dibawah 6 mg/l. Hanya sumur di dekat IPAL di Jurang Belimbing yang mempunyai nilai DO diatas 6 mg/l. Rendahnya DO tersebut dimungkinkan karena adanya aktivitas bakteri yang menggunakan oksigen untuk mendegradasi senyawa organik yang ada di air tersebt. Senyawa organik di air tanah, sangat mungkin disebabkan oleh buangan aktivitas manusia. Jarak yang dekat antara IPAL dan juga sistem pengolahan On-site lainnya seperti septik tank dengan sumur penduduk, memungkinkan adanya senyawa organik di air tanah atau air sumur.

- COD – Chemical Oxygen Demand

COD adalah jumlah oksigen yang diperlukan untuk mendegradasi senyawa organik secara kimia. Nilai COD ini mengindikasikan banyaknya senyawa organik, baik itu yang dapat didegradasi secara biologi ataupun tidak, yang ada di dalam air. Berdasarkan hasil pengujian menunjukkan bahwa air sumur di lokasi L2, L4, L5 dan L6 mengandung COD yang melebihi baku mutu. Di lokasi padat lainnya seperti L7, L8, L9 dan L1 COD dibawah baku mutu. Hal ini berbeda dengan perkiraan sebelumnya bahwa di pemukiman padat dengan jarak pengolahan limbah on site dengan sumur dekat, maka COD akan tinggi. Perlu kesadaran masyarakat untuk menjaga jarak aman antara sumur

dengan pengolahan limbah domestik, dalam hal ini septik tank, selain itu perlu sosialisasi ke masyarakat tentang pembuatan septik tank yang benar.

- NH_4^+ -N - Ammonium

Hasil pengamatan dan pengukuran kadar Ammonium (NH_4^+) di air tanah menunjukkan bahwa di L5 (Bustaman), L7 (Bandarharjo) nilai Ammonium melebihi baku mutu. Dalam air tanah ammonium dapat berasal dari degradasi nitrogen organik ataupun dari urine dan pupuk. Ammonium dapat dioksidasi menjadi nitrit dan kemudian menjadi nitrat oleh bakteri nitrifikasi pada kondisi aerob. Pengolahan limbah yang digunakan biasanya pengolahan Anaerobik, yang tidak dapat menyisihkan ammonium.

- NO_2^- - N - Nitrit

Nitrit bersifat toxic dan hasil pengukuran kadar nitrit (NO_2^-) dalam sampel air sumur menunjukkan bahwa konsentrasi nitrit berkisar antara 0,05-13,70 mg/l. Konsentrasi nitrit yang sangat tinggi di L5, sangat mungkin terjadi di Bustaman, mengingat IPAL communal di tengah tengah pemukiman yang sangat padat. Nitrit adalah hasil oksidasi ammonium oleh bakteri nitrosomonas dalam kondisi aerob.

Nitrit ini dapat dioksidasi lebih lanjut oleh bakteri nitro bakter, juga dalam kondisi aerob. Kedua proses ini terjadi optimum bila kandungan oksigennya lebih dari 6 mg/l Adanya akumulasi Nitrit dalam air, dimungkinkan karena bacteria nitrosomonas, bakteri yang menoksidasi Nitrit ke Nitrat, tidak aktif, karena kondisi lingkungan yang tidak mendukung.

- NO_3^- - N - Nitrat

Nitrat (NO_3^-) merupakan bentuk utama nitrogen di perairan alami dan merupakan nutrient bagi pertumbuhan tanaman dan algae. Adanya nitrat didalam air tanah mengindikasikan adanya bakteri. Uji nitrat dalam tanah juga sering dilakukan sebagai pengganti uji e-coli, atau tercemarnya air tanah dari limbah fecal manusia. Hal ini karena dalam

Perhitungan Indeks Pencemar berdasarkan pada pedoman perhitungan pada Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor : 115 Tahun 2003 Tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air

Menghasilkan nilai mutu air sebagaimana dalam tabel 3 berikut. Sampel air yang diukur menunjukkan mutu airnya adalah Cemar Ringan dengan nilai IP bervariasi dari 1.24 sampai dengan 4.25. Nilai 4.25 ini terdapat pada lokasi L5 (Bustaman).

melakukan aktivitasnya bakteri e-coli, membutuhkan nutrien, dalam hal ini nitrat. Sehingga adanya nitrat ini adalah indikasi adanya bakteri e coli.

Hasil pengamatan dan pengukuran parameter NO_3^- -N menunjukkan bahwa di L1, L2, L3 dan L4 mengandung Nitrat tinggi, sementara yang lainnya (lokasi dengan elevasi rendah – Semarang Bawah) menunjukkan nilai nitrat yang rendah. Sebagian besar sumur yang diambil di lokasi L5, L6, L7, L8, L9 dan L10 adalah sumur yang cukup dalam. Ini mungkin menjadi alasan rendahnya nilai Nitrat.

- Mutu Air

Tabel 3. Status Mutu Air di sekitar lokasi IPAL

Lokasi Sampling	IP	Mutu
AT-L1 ^a	2.28	Cemar Ringan
AT a- L2	3.85	Cemar Ringan
AT b-L2	2.25	Cemar Ringan
AT a-L3	3.49	Cemar Ringan
AT b-L3	1.24	Cemar Ringan
AT a-L4	2.66	Cemar Ringan
AT b-L4	3.47	Cemar Ringan
AT a-L5	4.25	Cemar Ringan
AT b-L5	3.85	Cemar Ringan
AT c-L5	4.95	Cemar Ringan
AT a-L6	2.67	Cemar Ringan
AT b-L6	2.38	Cemar Ringan
AT c-L6	3.07	Cemar Ringan
AT d-L6	2.31	Cemar Ringan
AT a-L7	2.30	Cemar Ringan
AT b-L7	2.36	Cemar Ringan
AT -L8	1.24	Cemar Ringan
AT -L9	2.30	Cemar Ringan
AT a-L10	1.73	Cemar Ringan
AT b-L10	1.37	Cemar Ringan

IV. KESIMPULAN

- Beberapa parameter kualitas air sumur di lokasi terdekat dengan Instalasi Pengolahan Air Limbah Kommunal – On-site, di beberapa lokasi di Semarang melebihi baku mutu air minum maupun air terdekat dari bersih.
- Mutu air sumur di lokasi dekat Instalasi Pengolahan Air limbah Kommunal adalah Cemar Ringan.

Ucapan Terima Kasih.

- Penelitian ini dibiayai oleh Pemerintah Australia (Aus-AID) melalui *Australia-Indonesia Infrastructure Research Awards (AIIRA)* program, dan merupakan sebagian kecil dari Joint Research dengan tema Sanitation for the Future antara Universitas Diponegoro dan Queensland University.

DAFTAR PUSTAKA

- Barros, P., Ruiz, I., Soto, M., 2008. Performance of an anaerobic digester-constructed wetland system for a small community. *Ecological Engineering* 33, 142-149.
- Chidavaenzi, M., Bradley, M., Jere, M., Nhandara, C., 2000. Pit Latrine effluent infiltration into groundwater: The Epworth case study. *Schriftener Ver Wasser Boden Lufthyg* 105, 179-185.
- Graham, Jay P. and Polizzotto, Matthew L. 2013. Pit latrines and their impacts on groundwater quality: A systematic review. *Environmental and Occupational Health Faculty Publications*. Paper 36.
- Kementerian Negara Lingkungan Hidup. 2003. Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No.115 Tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air Dengan Metode Indeks Pencemaran. Deputi MENLH. Jakarta.
- Kementerian Negara Lingkungan Hidup. 2001. Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Sekretariat Negara Republik Indonesia. Jakarta.
- Manariotis, I. D., Grigoropoulos, S. G., 2007. Restart of anaerobic filters treating low-strength wastewater. *Bioresource Technology* 99, 3579-3589.
- Ministry of National Development Planning/ National Development Planning Agency (Bappenas) 2013. Report On The Achievement Of Millennium Development Goals In Indonesia 2011.
- Public Work Ministry Regulation 16 – 2008. 2008: Policy and Strategy of Development on Communal wastewater management
- Sasse, Ludwig (1998), DETWAS: Decentralized Wastewater Treatment Systems in Developing Countries, Bremen Overseas Research and Development Association (BORDA), Bremen, Germany.
- The World Bank and Australian Aid., 2013. East Asia Pacific Region Urban Sanitation Review: Indonesia Country Study.
- USEPA (United States Environmental Protection Agency), 2005. Handbook for Managing Onsite and Clustered (Decentralized) Wastewater Treatment Systems, EPA/832-B-05-001. Office of Water, Washington, DC, 66 pp.

Analisis Tingkat Kesamaan Struktur Pohon Di Sekitar Mata Air “Sendang Kalimah Toyyibah”

Erry Wiryani

Mahasiswa Program Doktor Ilmu Lingkungan, Universitas Diponegoro Semarang
erry.wiryani@gmail.com

Sutrisno Anggoro

Program Doktor Ilmu Lingkungan, Universitas Diponegoro Semarang
sutrisno.anggoro@yahoo.co.id

Sri Mulyani ES.

Jurusan Biologi Universitas Negeri Semarang
nanik_kendeng@yahoo.com

Abstract

Vegetation community around springs are indicators of the relationship between springs and its surrounding environment. Based on its flow pattern, vegetation around the springs could have different community structure as the effect of its environment condition variation and the interaction of springs and vegetation. This research was aimed to study the physical-chemical condition of spring environment, to study the distribution of vegetation species around the spring, to study the community structure of vegetation around the spring and to analyze the similarity of vegetation structure around “Sendang Kalimah Toyyibah” spring. This research was conducted for tree structure involving 4 observation stations based on the flow direction of the river which exist in the near the spring, including southern side, western side, northern side and eastern side of the “Sendang Kalimah Toyyibah” spring. Observation was conducted for environmental physical-chemical condition, vegetation species and abundance of vegetation around the spring.

Data analysis was including diversity index, evenness index and similarity index of Sorenson (SI). The result of data collection showed there were significant variation of environment condition on observed stations. The elevation of the station 2 (western side) was highest, while station 1 (southern side) had the lowest elevation compared to other observation stations. The flow direction of the water was from west to east which was indicated by the difference of soil moisture where the western side of the spring was lowest while the eastern side was highest. Diversity indices achieved from the analysis was ranged from 1.073 – 1.123; while the evenness indices was ranged from 0.371 – 0.393. Analysis on the similarity index of Sorenson (IS) showed the high similarity level of vegetation structure among stations. Highest similarity level was achieved from station 2 and station 3 with the SI of 0.83. While the lowest similarity level was achieved from station 1 and station 2 with SI of 0.59. The high SI achieved from station 2 and station 3 was caused by the geographical similarity which was both stations has slight difference of elevation..

Keywords: *similarity, spring, tree, vegetation structure*

I. PENDAHULUAN

Mata air merupakan salah satu komponen penting yang menjadi bagian dari sumber daya air (Springer dan Stevens, 2008). Mata air merupakan salah satu bentuk sumber air yang menyediakan air bagi ekosistem di sekitarnya, baik pada musim penghujan maupun musim kemarau (Artana, 2007). Keberadaan mata air pada suatu tempat menjadi komponen penting bagi organisme di sekitarnya. Berbagai jenis flora dan fauna tergantung pada keberadaan mata air (Stevens *et al.*, 2005).

Keberadaan mata air dan vegetasi di sekitarnya memiliki keterkaitan yang erat dan unik (Susanti *et al.*, 2005; Kainde *et al.*, 2011). Secara hidrologi, daerah aliran berpengaruh terhadap suplai air di sekitar mata air yang mempengaruhi kesesuaian lahan bagi pertumbuhan vegetasi (Kasim, 2012). Terdapat variasi jenis maupun kelimpahan vegetasi yang tersebar di sekitar mata air. Jika dilihat arah sumber air dan arah aliran air dari suatu mata air, jenis-jenis vegetasi yang tumbuh di sekitar mata air memiliki peran dan fungsi yang berbeda terkait aliran air tanah dan air permukaan yang berkaitan

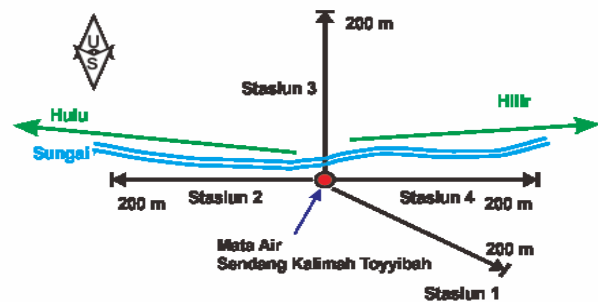
dengan mata air tersebut (Griffiths *et al.*, 2008). Variasi kondisi vegetasi di sekitar mata air juga berkaitan dengan perbedaan kondisi lingkungan di sekitarnya. Kondisi fisika dan kimia lingkungan, khususnya tanah yang menjadi media tumbuh vegetasi memiliki pengaruh yang besar terhadap pertumbuhan vegetasi (Barthes dan Roose, 2002).

“Sendang Kalimah Toyiyah” merupakan salah satu mata air yang berada di wilayah Ungaran, Kabupaten Semarang yang memiliki debit besar dan mengalir sepanjang tahun serta telah lama dimanfaatkan oleh masyarakat. Secara hidrologi, air “Sendang Kalimah Toyiyah” mengalir dari daerah tangkapan air (lereng Gunung Ungaran) yang berada di sebelah barat mata air ke arah timur. Secara geografis, bagian barat mata air memiliki ketinggian lahan yang lebih tinggi dibandingkan bagian timur mata air.

Kondisi vegetasi di sekitar “Sendang Kalimah Toyiyah” sampai saat ini belum dikaji. Jenis dan kelimpahan vegetasi di sekitar mata air memiliki peranan penting dalam menjaga kualitas dan kuantitas mata air. Jadi perlu kajian secara mendalam mengenai kondisi vegetasi di sekitar mata air “Sendang Kalimah Toyiyah”. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji kondisi fisika-kimia, struktur komposisi vegetasi dan menganalisis tingkat kesamaan vegetasi di sekitar mata air “Sendang Kalimah Toyiyah”.

II. METODE

Penelitian dilaksanakan di sekitar mata air “Sendang Kalimah Toyiyah”. Parameter-parameter yang diamati meliputi kondisi fisika-kimia lingkungan, jenis vegetasi dan kelimpahan vegetasi di sekitar mata air. Pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan transek yang mengelilingi mata air sebanyak 4 stasiun dengan panjang transek 200 m. Stasiun pengamatan meliputi bagian timur, bagian barat, bagian utara dan bagian selatan mata air. Pengamatan dilakukan terhadap strata pohon. Transek yang digunakan dalam pengamatan yaitu 20 x 20 m². Denah stasiun pengamatan kondisi lingkungan dan vegetasi disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Denah Stasiun Pengamatan

Analisis data untuk mengetahui struktur dan komposisi vegetasi mata air meliputi indeks keanekaragaman, indeks kemerataan dan indeks similaritas Sorenson (Odum, 1971):

Indeks Keanekaragaman

$$H' = - \sum P_i \ln P_i$$

Keterangan:

H' = Indeks keanekaragaman

P_i = n_i/N

n_i = Jumlah individu jenis ke- i

N = Total jumlah jenis

Indeks Kemerataan

$$e = \frac{H'}{\ln S}$$

Keterangan :

e = Indeks pemerataan/evenness index

H' = Indeks keanekaragaman Shannon-Wiener

S = Jumlah spesies

Indeks Similaritas Sorenson

$$IS = \frac{2C}{(A+B)}$$

Keterangan :

IS = Similarity Index (Indeks kesamaan)

C = jumlah jenis tumbuhan yang sama pada dua tipe ekosistem

A = jumlah jenis tumbuhan pada tipe ekosistem A

B = jumlah jenis tumbuhan pada tipe ekosistem B.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengamatan kondisi lingkungan di sekitar mata air “Sendang Kalimah Toyiybah” secara rinci disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kondisi Parameter Fisika dan Kimia Lingkungan di Sekitar Mata Air “Sendang Kalimah Toyiybah”

No.	Parameter	Lokasi			
		Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 3	Stasiun 4
1.	Ketinggian Lahan (mdpl)	521,0 - 528,0	558,3 - 583,0	546,7 - 554,9	520,0 - 535,1
		525,3 ± 3,0	564,5 ± 12,4	552,2 ± 3,8	527,8 ± 6,2
2.	Suhu Udara (°C)	32,2 - 33,0	31,2 - 32,7	29,1 - 29,3	31,7 - 32,6
		32,8 ± 0,4	32,0 ± 0,6	29,2 ± 0,1	32,1 ± 0,4
3.	pH tanah	4,4 - 5,8	4,8 - 5,6	4,4 - 5,2	4,2 - 4,8
		5,1 ± 0,6	5,1 ± 0,4	5,0 ± 0,4	4,5 ± 0,3
4.	Kelembaban Udara	54,0 - 68,0	32,2 - 65,0	60,0 - 70,0	70,0 - 85,0
		59,5 ± 6,2	54,8 ± 15,2	62,5 ± 5,0	76,6 ± 6,2
5.	Tekstur Tanah	Pasir Berlumpur	Batuan Berlumpur	Pasir Berlumpur	Pasir Berlumpur

Hasil pengamatan kondisi lingkungan di sekitar mata air “Sendang Kalimah Toyiybah” menunjukkan adanya perbedaan antar stasiun pengamatan. Perbedaan terdapat pada ketinggian lahan, suhu udara, kelembaban udara dan tekstur tanah. Stasiun 2 memiliki posisi paling tinggi dibandingkan stasiun lainnya, diikuti stasiun 3. Stasiun 1 dan stasiun 4 memiliki posisi yang lebih rendah. Tekstur tanah juga menunjukkan adanya variasi. Pada bagian hulu memiliki struktur batuan

berlumpur, stasiun yang lain memiliki struktur pasir berlumpur. Jadi bagian hulu memiliki tekstur tanah yang lebih porus dari pada bagian hilir.

Hasil analisis data menunjukkan bahwa di sekitar mata air “Sendang Kalimah Toyiybah” ditemukan 28 jenis vegetasi dan secara rinci disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Struktur Komunitas Vegetasi pada Strata Pohon di Sekitar Mata Air “Sendang Kalimah Toyiybah”

No.	Nama Latin	Nama Lokal	Stas. 1	Stas. 2	Stas. 3	Stas. 4	Total
1	<i>Acantocephalus cadamba</i>	Jabon	-	-	-	2	2
2	<i>Albizia falcataria</i>	Sengon	3	10	8	10	31
3	<i>Arenga pinnata</i>	Aren	2	2	1	-	5
4	<i>Artocarpus heterophylla</i>	Nangka	-	2	3	2	7
5	<i>Carica papaya</i>	Pepaya	1	-	1	4	6
6	<i>Ceiba pentandra</i>	Randu	1	2	1	2	6
7	<i>Cocos nucifera</i>	Kelapa	5	2	1	10	18
8	<i>Coffea robusta</i>	Kopi	7	1	7	5	20
9	<i>Dimocarpus logan</i>	Klengkeng	4	-	-	-	4
10	<i>Durio zibethinus</i>	Durian	1	2	7	2	12
11	<i>Ficus benjamina</i>	Beringin	-	2	-	-	2
12	<i>Garcinia mangostana</i>	Manggis	4	1	9	2	16
13	<i>Gigantochloa atraviolacea</i>	Bambu Wulung	-	9	-	-	9
14	<i>Gnetum gnemon</i>	Mlinjo	-	1	4	1	6
15	<i>Hibiscus tiliaceus</i>	Waru	6	2	2	1	11
16	<i>Lansium domesticum</i>	Duku	-	-	2	-	2

No.	Nama Latin	Nama Lokal	Stas. 1	Stas. 2	Stas. 3	Stas. 4	Total
17	<i>Leucaena glauca</i>	Lamtoro	10	-	-	-	10
18	<i>Mangifera odorata</i>	Mangga Kweni	-	1	-	1	2
19	<i>Melia azedarach</i>	Mindi	-	1	1	-	2
20	<i>Musa spp</i>	Pisang	4	7	2	3	16
21	<i>Pangium edule</i>	Kluwek	-	4	1	-	5
22	<i>Parkia speciosa</i>	Petai	1	-	-	2	3
23	<i>Persea americana</i>	Alpukat	-	5	2	1	8
24	<i>Pithecellobium dulce</i>	Jengköl	1	-	-	-	1
25	<i>Pterocarpus indicus</i>	Angsana	-	-	-	1	1
26	<i>Swietenia macrophylla</i>	Mahoni	5	3	9	16	33
27	<i>Syzygium aromaticum</i>	Cengkeh	7	-	1	-	8
28	<i>Tectona grandis</i>	Jati	-	-	-	10	10
Jumlah Jenis			16	18	18	19	28
H'			1,090	1,123	1,107	1,073	1,299
			Sedang	Sedang	Sedang	Sedang	Sedang
e			0,393	0,389	0,383	0,371	0,390
			Rendah	Rendah	Rendah	Rendah	Rendah

Pada stasiun 1 terdapat 16 jenis vegetasi, jenis yang paling banyak Lamtoro (*Leucaena glauca*) dengan 10 tegakan. Pada stasiun 2, ditemukan 18 jenis vegetasi dengan jenis dominan berupa Sengon (*Albizia falcataria*) dan Bambu Wulung (*Gigantochloa atraviolacea*) dengan kelimpahan masing-masing 10 tegakan dan 9 tegakan. Stasiun 3 ditemukan 18 jenis vegetasi dengan jenis vegetasi dominan berupa Mahoni (*Swietenia macrophylla*) dan Manggis (*Garcinia mangostana*) dengan kelimpahan masing-masing 9 tegakan. Pada stasiun 4 ditemukan jenis vegetasi dengan jumlah paling banyak, yaitu 19 jenis dengan

jenis dominan berupa Mahoni (*Swietenia macrophylla*) dengan kelimpahan 16 tegakan.

Indeks keanekaragaman berkisar antara 1,073 – 1,123, indeks kemerataan vegetasi berkisar antara 0,371 – 0,393. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat jenis vegetasi yang dominan pada masing-masing stasiun. Secara komposit, indeks keanekaragaman tercatat sebesar 1,299 dengan indeks kemerataan 0,390.

Analisis indeks similaritas Sorenson (IS) dilakukan untuk mengetahui tingkat kesamaan vegetasi antar stasiun yang diamati, secara rinci disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Indeks Similaritas (IS) Sorenson Vegetasi di Sekitar “Sendang Kalimah Toyyibah”

Indeks Similaritas		Lokasi			
		Stas. 1	Stas. 2	Stas. 3	Stas. 4
Lokasi	Stas 1		0,59	0,71	0,65
			Tinggi	Tinggi	Tinggi
	Stas 2			0,83	0,72
				Sangat Tinggi	Tinggi
	Stas 3				0,72
					Tinggi
	Stas 4				

Hasil analisis similaritas vegetasi antar stasiun penelitian dengan Indeks Sorenson (IS) menunjukkan tingkat kesamaan yang tinggi antara stasiun 2 dan stasiun 3. Antara stasiun 1 dan stasiun 2 paling rendah, walaupun berdasarkan kategori

masih tergolong tinggi. Hal ini berarti antara stasiun 2 dan stasiun 3 terdapat hubungan yang sangat dekat.

Kawasan mata air termasuk dalam dataran sedang pada ketinggian 350 – 700 m diatas

permukaan laut.. Imansyah (2012) menyatakan bahwa daerah hulu pada umumnya memiliki posisi yang lebih tinggi dibandingkan daerah hilir.

Kelembaban tanah pada stasiun 2 paling rendah dibandingkan stasiun yang lain. Hal ini menunjukkan bahwa pengaruh adanya mata air ke stasiun 2 lebih rendah dibandingkan stasiun yang lain. Penyebabnya adalah karena stasiun 2 bukan merupakan daerah aliran air yang dihasilkan oleh mata air “Sendang Kalimah Toyyibah”. Berdasarkan penelitian Susanti *et al.* (2005) menunjukkan bahwa tingkat kelembaban tanah pada daerah aliran sungai semakin tinggi pada daerah yang berdekatan dengan mata air atau aliran air. Dengan demikian, nampak bahwa aliran air dari “Sendang Kalimah Toyyibah” mengarah pada stasiun 4. Hal ini ditunjukkan dengan tingkat kelembaban tanah yang lebih tinggi dibandingkan stasiun yang lain.

Hasil analisis keanekaragaman dan kemerataan vegetasi menunjukkan bahwa kondisi struktur komunitas vegetasi di sekitar mata air “Sendang Kalimah Toyyibah” tergolong belum stabil. Muwazin dan Subiarto (2013) menyatakan bahwa indeks keanekaragaman dan kemerataan vegetasi merupakan indikator dari tingkat suksesi suatu ekosistem. Jika indeks tersebut tinggi, maka berarti ekosistem yang diamati telah mengalami pemantapan. Sebaliknya, jika indeks masih rendah maka ekosistem belum stabil. Hidayat (2010) menyatakan bahwa indeks keanekaragaman dan kemerataan vegetasi yang rendah menunjukkan adanya dominasi dari jenis vegetasi tertentu. Keanekaragaman vegetasi pada suatu kawasan memiliki peranan penting bagi produktivitas, fungsi ekologi dan resiliensi ekosistem (Indriyani *et al.*, 2009). Indeks tersebut juga menunjukkan implikasi terhadap fungsi hidrologis suatu kawasan (Kasim, 2012).

Analisis terhadap kesamaan struktur vegetasi menunjukkan tingkat kesamaan yang tinggi antar stasiun pengamatan. Tingkat kesamaan paling tinggi diperoleh dari hubungan antara stasiun 2 dan stasiun 3. Hal ini menunjukkan bahwa daya dukung lingkungan terhadap kedua stasiun tersebut relatif sama (Solviana *et al.*, 2012). Berdasarkan Djufri (2003), kesamaan struktur vegetasi pada lokasi yang identik bisa disebabkan oleh kondisi lingkungan yang relatif sama misalnya kondisi tanah, kondisi geografis, kondisi hidrologis dan kondisi nutrisi. Berdasarkan hasil pengamatan kondisi lingkungan pada masing-masing stasiun di sekitar mata air “Sendang Kalimah Toyyibah” kesamaan struktur vegetasi di stasiun 2 dan stasiun 3 nampaknya dipicu

oleh kondisi geografis yang hampir sama dimana pada kedua stasiun tersebut memiliki perbedaan ketinggian lahan yang kecil. Disisi lain, jarak dari kedua stasiun tersebut relatif lebih berdekatan dibandingkan dengan stasiun-stasiun pengamatan lain.

IV. KESIMPULAN

Terdapat 28 jenis vegetasi strata pohon di sekitar mata air “Sendang Kalimah Toyyibah” dengan Indeks keanekaragaman jenis vegetasi dalam kategori sedang (1,073 – 1,123) dan Indeks kemerataan dalam kategori rendah (0,371 – 0,393).

Analisis terhadap indeks similaritas Sorenson (IS) menunjukkan adanya kesamaan struktur vegetasi yang tinggi antar stasiun pengamatan. Tingkat similaritas paling tinggi diperoleh antara stasiun 2 dan stasiun 3 dengan IS sebesar 0,83; sedangkan kesamaan paling rendah diperoleh dari stasiun 1 dan stasiun 2 dengan IS sebesar 0,59.

DAFTAR PUSTAKA

- Artana I.W. 2007. *Studi kasus kualitas mata air di Sekitar Bedugul Bali*. J. Lingkungan Hidup Bumi Lestari; 7 (1): 1-7.
- Barthès B., Roose E. 2002. *Aggregate stability as an indicator of soil susceptibility to runoff and erosion; validation at several levels*. Catena; 47: 133 – 149.
- Djufri. 2002. *Penentuan pola distribusi, asosiasi dan interaksi spesies tumbuhan khususnya padang rumput di Taman Nasional Baluran Jawa Timur*. J. Biodiversitas; 3(1): 181-188.
- Griffiths R.E., Anderson D.E., Springer A.E. 2008. *The morphology and hydrology of small spring-dominated channels*. J. Geomorphology; 102: 511–521.
- Hidayat Y. 2010. *Indeks Keanekaragaman Jenis Pohon di Hutan Gunung Karang Banten*. Wana Mukti 11(1): 1 – 6.
- Imansyah M.F. 2012. *Studi Umum Permasalahan dan Solusi DAS Citarum Serta Analisis Kebijakan Pemerintah*. Jurnal Sioteknologi 25(11): 17 – 31.
- Indriani D.P., H. Marisa, Zakaria. 2009. *Keanekaragaman Spesies Tumbuhan pada Kawasan Mangrove Nipah (Nypa fruticans Wurmb.) di Kec. Pulau Rimau Kab. Banyuasin Sumatera Selatan*. Jurnal Penelitian Sains 12(3): 12309-1 – 12309-4.

- Kainde R.P., S.P. Ratag, J.S. Tasirin, D. Faryanti. 2011. *Analisis Vegetasi Hutan Lindung Gunung Tumpa*. Eugenia 17(3): 1 – 11.
- Kasim S. 2012. *Nilai Penting dan Keanekaragaman Hayati Hutan Lindung Wakonti DAS Baubau*. Agriplus 22(2): 231 – 240.
- Manga M. 2001. *Using springs to study groundwater flow and active geologic processes*. Annual Review of Earth and Planetary Sciences; 29: 201 – 228.
- Mawazin, Subiakto A. 2013. *Keanekaragaman dan Komposisi Jenis Permudaan Alam Hutan Rawa Gambut Bekas Tebangan di Riau*. Forest Rehabilitation Journal 1(1): 59 – 73.
- Odum E.P. 1971. *Fundamental of ecology*. Third Edition. W.B. Saunders Company. Philadelphia
- Ruswanto, H. Rajiyowiryo, Darmawan A. 2008. *Klasifikasi Kawasan Karst Sukolilo, Kabupaten Pati, Provinsi Jawa Tengah*. Buletin Geologi Tata Lingkungan 18(2): 21 – 32.
- Solviana, E. Mukhtar, Chairul. 2012. *Komposisi dan Struktur Seedling dan Sapling pada Lahan Pra dan Pasca Tambang Batubara PT. SLN di Kabupaten Dharmasraya*. Jurnal Biologi Universitas Andalas 1(2): 123 – 131.
- Springer A.E., Stevens L.E. 2008. *Spheres of discharge of springs*. Hydrogeology J. 11 pp. DOI 10.1007/s10040-008-0341-y
- Stevens L.E., Stacey P.B., Jones A., Duff D., Gourley C., Caitlin JC. 2005. *A protocol for rapid assessment of southwestern streamriparian ecosystems*. In: van Riper C III, Mattson D.J. (eds) Fifth conference on research on the Colorado Plateau. University of Arizona Press, Tucson, AZ, pp 397–420.
- Susanti R., Dayat E., Santri D.J. 2005. *Analisis Vegetasi Kawasan Mata Air Panas Gemurak Desa Penindaian, Kecamatan Semendo Darat Laut Kabupaten Muaran Enim, Sumatera Selatan*. Forum MIPA 9(1): 11 – 19.

Evaluasi Pengelolaan IPAL Komunal MCK Plus Kelurahan Karangayu, Kecamatan Semarang Barat, Kota Semarang

GINANJAR HIDAYATUL ULMU
Program Magister Ilmu Lingkungan, Program Pascasarjana, Universitas Diponegoro
Jl. Imam Bardjo, SH No. 5 Semarang
ginanjar.hidayatul@gmail.com

SUHERMAN
Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedharto, SH Semarang

SYAFRUDIN
Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedharto, SH Semarang

ABSTRAK

Kota Semarang sebagai pusat pemerintahan Provinsi Jawa Tengah dengan jumlah penduduk 1.544.358 jiwa. Permasalahan umum yang terjadi pada wilayah perkotaan terkait sanitasi. Hal ini karena padatnya jumlah penduduk dan juga masalah belum ada sarana sanitasi yang memadai karena tingkat perekonomian yang rendah. Pemerintah Kota Semarang telah mengadakan program terkait sanitasi yaitu IPAL komunal MCK plus pada tahun 2012 di Kelurahan Karangayu. Akan tetapi belum pernah dilakukan evaluasi terkait pengelolaan sarana sanitasi tersebut dari segi teknis, kelembagaan. Untuk mengetahui kondisi pengelolaan sarana tersebut dilakukan dengan metode deskriptif kualitatif dengan mendeskripsikan kondisi pengelolaan sarana sanitasi, uji laboratorium air limbah domestik dan juga wawancara kepada masyarakat pengelola. Dari hasil penelitian di dapatkan hasil uji laboratorium untuk air limbah domestik pada titik inlet ($BOD=291,14$, $TSS=226$, $pH=6,70$, Minyak dan Lemak= $4,08$) dan titik outlet ($BOD=23,42$, $TSS=54$, $pH=6,91$, Minyak dan Lemak= $1,18$). Dari data tersebut menunjukkan bahwa kondisi air limbah domestik IPAL Komunal MCK plus untuk parameter air limbah domestik masih dibawah baku mutu lingkungan air limbah domestik berdasarkan PERDA Provinsi Jawa Tengah No.5 Tahun 2012. Dari hasil observasi dan wawancara terkait Kondisi lembaga pengelola sarana sanitasi IPAL Komunal MCK plus berjalan dengan bagus dengan adanya lembaga KPP (Kelompok Pemanfaat pemelihara). Dari aspek pemanfaat sarana sanitasi IPAL Komunal MCK plus masih belum optimal karena menurut hasil observasi jumlah pemanfaat 120 orang sedangkan desain awal sarana sanitasi tersebut untuk 250 orang. Dari hasil penelitian disimpulkan bahwa kualitas air limbah domestik masih di bawah baku mutu lingkungan. Kondisi lembaga pengelola berjalan baik, sedangkan masyarakat pemanfaat belum optimal

***Kata kunci*–Air Limbah Domestik, IPAL Komunal MCK plus, Pengelolaan, Kelembagaan, Teknis**

I. PENDAHULUAN

Kota Semarang merupakan salah satu wilayah di Provinsi Jawa Tengah yang mempunyai jumlah penduduk yang banyak. Menurut data Badan Pusat Statistik (BPS) pada tahun 2014 kota Semarang memiliki jumlah penduduk sebanyak 1.544.358 jiwa. Persebaran penduduk yang ada di kota Semarang belum merata. Secara geografis Kota Semarang terdiri dari wilayah atas dan wilayah bawah dan mayoritas penduduknya banyak yang tinggal di Semarang bawah. Kelurahan Karangayu masuk ke wilayah Kecamatan Semarang Barat dimana wilayah ini termasuk wilayah pusat kota yang memiliki jumlah penduduk 8.868 jiwa (BPS 2014).

Permasalahan utama terkait sanitasi yang terjadi adalah wilayah kelurahan Karangayu merupakan daerah langganan banjir, karena setiap musim penghujan dipastikan sering terjadi banjir di wilayah ini. Selain banjir juga masih minimnya jumlah rumah tangga yang memiliki WC sendiri karena kondisi perekonomian kurang mampu. Program IPAL komunal program *Urban Sanitation Rural Infrastructure* (USRI) Kota Semarang telah menyentuh wilayah ini pada tahun 2012. Kondisi sanitasi di Kelurahan Karangayu secara umum telah memiliki sarana IPAL MCK Plus pada tahun 2012. Tetapi belum pernah dilakukan penelitian terkait status pengelolaan sarana IPAL MCK plus tersebut,

baik dari pihak pemerintah maupun dari pihak non pemerintah.

Terdapat beberapa penelitian terkait sistem pengelolaan IPAL Komunal yang pernah dilakukan sebelumnya. Menurut Subandiyah (2013), dari aspek kelembagaan faktor pemahaman pengelola terhadap prosedur operasi dan pemeliharaan IPAL komunal masih relatif rendah, namun dari sisi struktur organisasi dan SDM sudah memenuhi kriteria. Dari aspek peran masyarakat didapatkan hasil bahwa antusiasme masyarakat untuk turut terlibat dalam pengelolaan air limbah sangat besar namun tidak diiringi dengan pengetahuan yang cukup mengenai tata cara operasional sehingga dibutuhkan sosialisasi secara terus menerus. Sedangkan dari aspek teknis didapatkan hasil bahwa efisiensi pengolahan air limbah masih bagus.

Menurut Syafrudin (2014), penanganan air limbah greywater di Kota Semarang sebanyak 94,06% dibuang ke saluran drainase dan 5,94% diresapkan ke dalam tanah. Hal ini melanggar PERDA No.5 Tahun 2012 tentang Baku Mutu Air Limbah karena greywater memiliki kandungan COD 155-1400 mg/L dan BOD 125-673 mg/L.

Oleh karena itu, makalah ini disusun untuk memberikan gambaran umum terkait pengelolaan IPAL Komunal MCK plus program USRI Kelurahan Karangayau, Kecamatan Semarang Barat, Kota Semarang dari segi kualitas air limbah yang dihasilkan, dan status kelembagaan pengelola yang ada.

II. METODOLOGI

Metode penelitian adalah deskriptif kualitatif. Lokasi penelitian di IPAL Komunal MCK plus kelurahan Karangayau Kota Semarang. Data Primer meliputi kapasitas desain IPAL Komunal MCK plus, dan kualitas air limbah inlet dan outlet (dilakukan dengan cara observasi langsung dan juga uji laboratorium parameter air limbah domestik pH, BOD, TSS, Minyak dan Lemak). Sementara itu, data primer terkait kondisi kelembagaan pengelola diperoleh dari observasi dan wawancara. Analisis data secara deskriptif dilakukan untuk menggambarkan kondisi pengelolaan IPAL MCK plus dari aspek teknis dan kelembagaan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Aspek teknis IPAL Komunal MCK Plus

Berdasarkan hasil penelitian pada lokasi penelitian menunjukkan bahwa pengelolaan air limbah termasuk jenis pengelolaan setempat (*on-site system*), dimana pengelolaannya diserahkan kepada kelompok masyarakat. Dalam mengolah air limbah,

teknologi pengolahan air limbah IPAL Komunal MCK plus menggunakan sistem *Anaerobic Baffle Reactor* (ABR). Keuntungan penggunaan teknologi ABR karena desain yang sederhana, produksi lumpur rendah, biaya investasi dan operasional rendah, serta efisiensi pengolahan yang tinggi (Abdullah, d.k.k 2005).

Menurut Afandi (2013) dalam penelitiannya tentang pengelolaan air limbah domestik di Kota Probolinggo bahwa dengan penerapan teknologi *Anaerobic Baffle Reactor* (ABR) dalam pengolahan air limbah domestik didapatkan hasil efluen air limbah yang masih jauh di bawah batas baku mutu lingkungan yang dipakai yaitu keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No.112 Tahun 2003. Dalam penelitian tersebut hanya mengukur kualitas air limbah pada titik *efluen* saja sedangkan pada penelitian yang dilakukan peneliti di IPAL Komunal MCK plus Kelurahan Karangayau mengambil sampel air limbah pada titik influen dan efluen. Hal ini dilakukan untuk mengetahui efisiensi unit pengolah air limbah domestik yang sudah berumur lebih dari 2 tahun.

Pada Tabel 1 di bawah menunjukkan hasil uji laboratorium air limbah domestik di lokasi penelitian. Hasil uji laboratorium dilakukan terhadap parameter air limbah domestik pada titik influen dan efluen. Hasil ini menunjukkan bahwa kondisi IPAL Komunal MCK plus masih dalam kondisi bagus. Hal ini ditunjukkan oleh nilai parameter limbah domestik (BOD, TSS, Minyak lemak, pH) masih di bawah baku mutu sesuai dengan peraturan daerah Provinsi Jawa Tengah No.5 Tahun 2012. Dengan umur IPAL Komunal MCK plus yang lebih dari 2 tahun ternyata teknologi pengolahannya masih bisa diandalkan untuk mengolah air limbah dari aktifitas rumah tangga.

Tabel 1. Kondisi air limbah domestik sebelum dan setelah pengolahan

No	Parameter	Satuan	Inlet	Outlet	Baku mutu
1	BOD	mg/l	291,17	23,42	100
2	TSS	Mg/l	226	54	100
3	Minyak Lemak	Mg/l	4,08	1,18	10
4	pH	-	6,70	6,91	6-9

Nilai efisiensi parameter BOD dari hasil uji laboratorium yang dilakukan didapatkan hasil bahwa IPAL komunal MCK plus dilokasi penelitian masih memiliki nilai efisiensi yang cukup tinggi mencapai 92% dalam menyisihkan parameter tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa teknologi ABR masih bisa

berjalan dengan baik untuk mengolah air limbah domestik meski sudah berusia 2 tahun lebih. Nilai efisiensi penyisihan parameter BOD yang dihasilkan menggunakan teknologi ABR lebih tinggi dari nilai efisiensi pengolahan air limbah domestik yang menggunakan teknologi HUASB (*Hybrid upflow anaerobic sludge blanket*). Menurut penelitian (Banu, 2007) yang berjudul *Treatment of Domestic Wastewater using upflow Anaerobic Sludge Blanket Reactor* menunjukkan hasil bahwa parameter BOD yang dapat disisihkan sebesar 70-91 %.

Menurut Karyadi (2010), dalam penelitiannya menyebutkan bahwa bentuk partisipasi warga dalam pemanfaatan dan pengelolaan IPAL Komunal termasuk dalam tingkat partisipasi tinggi yaitu sebesar 95,24%. Sedangkan dari hasil observasi dan wawancara di Kelurahan Karangayu didapatkan bahwa masyarakat pemanfaat IPAL Komunal MCK plus tidak hanya dari penduduk karangayu sendiri tetapi juga dimanfaatkan masyarakat sekitar Kelurahan Karangayu. Keterlibatan masyarakat di lokasi penelitian hanya dalam bentuk pemanfaatan sarana IPAL Komunal MCK plus saja, untuk pengelolaan sendiri lebih diserahkan kepada petugas KPP (Kelompok pemanfaat dan pengelola).

Setelah melakukan observasi didapatkan gambaran bahwa Keberadaan IPAL Komunal MCK plus sangat strategis dan diperlukan bagi masyarakat karangayu sendiri maupun masyarakat sekitar. Kapasitas desain dari IPAL Komunal MCK plus di lokasi penelitian sesuai dengan buku rencana kerja masyarakat untuk 50 KK atau setara dengan 250 jiwa. Pada lokasi penelitian di dapatkan jumlah pemanfaat fasilitas IPAL Komunal MCK plus yang secara resmi tercatat tidak lebih dari 120 jiwa. sehingga dari segi pemanfaatan IPAL Komunal MCK plus di lokasi penelitian tersebut belum optimal.

B. Aspek Kelembagaan Pengelola IPAL Komunal MCK plus

Semua jenis kegiatan pembangunan yang berbasis masyarakat, setelah kegiatan tersebut selesai dibangun maka akan sepenuhnya diserahkan kepada masyarakat untuk dikelola oleh masyarakat penerima kegiatan tersebut. Menurut Pedoman operasi dan pemeliharaan Sanitasi Komunal (2013) bahwa diperlukan lembaga untuk mengelola sarana sanitasi setelah pelaksanaan konstruksi agar pelaksanaan operasional dan pemeliharaan dapat berjalan lancar.

Kelembagaan pengelola IPAL komunal MCK plus berjalan dalam kondisi baik yang sepenuhnya

dikelola oleh masyarakat. Masyarakat yang mengelola IPAL komunal MCK plus juga tergabung dalam Masyarakat KPP (Kelompok Pemanfaat Pemelihara). Bisa dikatakan bahwa keberadaan lembaga pengelola tingkat masyarakat sangat vital peranannya. Menurut Massoud dan Akhram (2010), bahwa faktor sumber daya manusia yang meliputi kemauan dan kemampuan masyarakat dapat mempengaruhi efektifitas sistem pengelolaan limbah domestik.

Peran dari KPP sangat penting kaitannya dengan upaya operasional dan pemeliharaan dari IPAL komunal MCK plus. Jika tidak ada anggota KPP yang merawat dan menjaga sarana IPAL komunal MCK plus tersebut, dipastikan akan terganggu fungsi dari sarana tersebut. Setiap harinya ada tidak kurang dari 120 warga yang memanfaatkan fasilitas sanitasi tersebut, apabila tidak dijaga dengan baik maka akan mengakibatkan gangguan dalam pengelolaannya baik dari segi estetika maupun dari segi lingkungan.

Proses pemilihan anggota KPP berdasarkan musyawarah warga, dimana dipilih orang yang berjiwa sosial tinggi yang mau menjalankan dan mengelola IPAL komunal MCK plus tersebut. Secara struktur organisasi, KPP IPAL komunal MCK plus Kelurahan Karangayu meliputi ketua, sekretaris, bendahara, dan seksi operasional dan pemeliharaan. Dalam pelaksanaannya seksi operasional dan pemeliharaan merangkap menjadi bendahara. Hal ini dilakukan karena kurangnya personil yang ada. Selain itu juga ditemukan bahwa seksi operasional dan pemeliharaan hanya satu orang dengan pendidikan jenjang SMP.

Kelembagaan di tingkat pemerintahan Kota Semarang yang terkait pengelolaan IPAL Komunal MCK plus belum ada yang melakukan kegiatan monitoring terhadap hasil pelaksanaan pembangunan sarana sanitasi di Kelurahan Karangayu. Menurut Kurniawan (2013) dalam penelitiannya tentang kajian pengelolaan air limbah dalam perspektif good governance di Kabupaten Sukoharjo mengatakan bahwa belum terdapat koordinasi yang solid dan intensif dari masing-masing lembaga pemerintah terkait pengelolaan air limbah. Hal ini bisa menyebabkan tidak terpantaunya hasil pelaksanaan program sanitasi IPAL Komunal MCK plus dan berpotensi membuat mangkraknya suatu hasil kegiatan pembangunan.

IV. KESIMPULAN

Kualitas air limbah domestik yang dihasilkan pada titik outlet sudah memenuhi standar baku mutu sesuai peraturan daerah Provinsi Jawa Tengah nomor 5 Tahun 2012. Aspek pemanfaatan sarana IPAL MCK plus belum optimal. Aspek kelembagaan yakni sudah mempunyai kelompok pemanfaat dan pemelihara yang berjalan dengan baik meskipun peran pemerintah sebagai regulator dalam melaksanakan proses monitoring dan evaluasi belum dilaksanakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah LG, Idris A, Ahmadun FR, Baharin BS, Emby F, Megat MNMJ, Nour AH, 2005, A kinetic study of a membrane anaerobic reactor (MAR) for treatment of sewage sludge, *Desalination*, 183: 439-445.
- Avandi, Yusdi, 2013, *Pengelolaan Air Limbah Domestik Komunal Berbasis Masyarakat di Kota Probolinggo*, Tesis Program Studi Ilmu Lingkungan Universitas Diponegoro.
- Badan Pusat Statistik Kota Semarang, 2014, *Semarang Barat Dalam Angka*, BPS.
- Banu, J.R, S. Kaliappan, dan I. T. Yeom. 2007. *Treatment of domestic wastewater using upflow anaerobic sludge blanket reactor*. *Int. J. Environ. Sci. Tech.*, 4 (3) 363-370
- Karyadi, Lukman, 2010, *Partisipasi Masyarakat Dalam Program Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Komunal RT 30 RW 07 Kelurahan Warungboto, Kecamatan Umbulharjo, Kota Yogyakarta*, Program Studi Pendidikan Geografi Universitas Negeri Yogyakarta
- Kurniawan, M. Wawan, 2013, *Kajian Pengelolaan Air Limbah Sentra Industri Kecil dan Menengah Batik dalam Perspektif Good Governance di Kabupaten Sukoharjo*, Tesis Program Studi Ilmu Lingkungan Universitas Diponegoro.
- Massoud M.A dan Akram T, 2010, Effectiveness of wastewater management in rural areas of developing countries: a case of Al-Chouf Caza in Lebanon, *Environ Monit Assess*, 161:61–69.
- Pedoman Operasi & Pemeliharaan sarana sanitasi komunal. Dinas Perumahan, Penataan Ruang dan Kebersihan Kabupaten Bandung Tahun 2013.
- Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah No.5 Tahun 2012 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik.
- Subandiyah, 2013, *Evaluasi Sistem Pengelolaan IPAL Komunal (Studi Kasus : Kecamatan Bantul, Kabupaten Bantul Provinsi D.I Yogyakarta)*, <http://digilib.its.ac.id/evaluasi-sistem-pengelolaan-ipal-komunalstudi-kasus-kec-bantul-kab-bantul-prov-di-yogyakarta-35313.html> diakses pada tanggal 13 April 2015.
- Syafrudin, 2014, *Pengolahan Air Limbah Domestik Tipe Greywater Menggunakan Reaktor Upflow Anaerobic Sludge Blanket (UASB)*, Disertasi Program Doktor Ilmu Lingkungan Universitas Diponegoro

Pengelolaan Ruang Terbuka Hijau Kawasan Embung Rowosetro Kecamatan Rembang untuk Ketersediaan Air Tadah Hujan

Meidian Miranti

¹⁾Jurusan Administrasi Publik, FISIP, Undip

Email: meidianmiranti17@gmail.com

Sundarso

Hartuti Purnaweni

Dosen Jurusan Administrasi Publik, FISIP, Undip

sundarso232@gmail.com dan hartutipurnaweni@gmail.com

ABSTRAK

Surat Keputusan Bupati No. 660.1/424/2010 tentang Penetapan Kawasan Embung Rowosetro sebagai RTH/Hutan Kota di kawasan embung tersebut. Embung Rowosetro selama ini hanya difungsikan sebagai sumber air tadah hujan guna membantu mengairi sawah pertanian di 3 desa sekitar kawasan embung Rowosetro. Tanpa adanya vegetasi yang memadai di sekitar embung Rowosetro tentu volume air tidak akan cukup untuk mengairi sawah pertanian. Selain itu, kawasan embung Rowosetro juga berpotensi menjadi lokasi usaha strategis, terutama di bidang pariwisata dan olahraga air sehingga, Pemerintah Kabupaten Rembang mengajak pihak swasta untuk mengajukan proposal kerjasama.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan mendeskripsikan pengelolaan ruang terbuka hijau kawasan embung Rowosetro Kecamatan Rembang guna penyediaan air tadah hujan bagi keberlangsungan sawah pertanian di sekitarnya. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah kualitatif yang bersifat deskriptif. Dalam pengelolaan ruang terbuka hijau kawasan embung Rowosetro Kecamatan Rembang direkomendasikan: (1) Pemerintah Kabupaten Rembang harus lebih aktif melakukan penawaran investasi kepada pihak-pihak swasta maupun pengusaha; (2) Melakukan penghijauan secara berkala dan menambah jenis vegetasi yang ditanam di sekitar embung Rowosetro; dan (3) Menyediakan sarana prasarana penunjang kegiatan dayung yang dilakukan oleh KONI Rembang.

Kata Kunci: Air Tadah Hujan, Embung, Pengelolaan, Rembang, Ruang Terbuka Hijau.

I. PENDAHULUAN

Kawasan resapan air merupakan fungsi ekologis utama dari ruang terbuka hijau di kawasan perkotaan. Adanya kawasan resapan air di lingkungan perkotaan yang memiliki lahan pertanian besar diharapkan mampu meningkatkan kuantitas persediaan air ketika terjadi musim kemarau panjang, terutama bagi keberlangsungan bidang pertanian. Iriani, Agustin dan Besperi (2013: Vol.5 No.1) menyebutkan meningkatnya pembangunan sarana kehidupan di masyarakat memicu perubahan tata guna lahan yang menyebabkan berkurangnya lahan terbuka sebagai lahan resapan. Hal ini menyebabkan terjadinya aliran permukaan (*run-off*) dan berkurangnya air hujan yang terserap oleh tanah. Selanjutnya, Jurnal Kajian Lemhanas RI (2013) menyebutkan sumber daya air sangat diperlukan untuk mendukung kehidupan manusia, flora dan fauna. Oleh sebab itu sumber daya air perlu dikelola secara baik, sehingga dapat memenuhi kebutuhan pembangunan. Kekurangan air dapat menimbulkan

kekeringan dan berdampak pada kehidupan spesies yang semakin rentan pada kesehatan, panen dan kepunahan. Di sisi lain, kelebihan air yang ekstrim dapat juga berdampak buruk pada kehidupan manusia, pertanian dan spesies tertentu.

Roseline (2012:1) menjelaskan air merupakan salah satu input pertanian yang sangat penting. Sumber air permukaan sampai saat ini menjadi andalan untuk penyediaan air irigasi. Namun tidak semua daerah yang memiliki lahan pertanian dapat dilayani dengan irigasi teknis yang bersumber dari air permukaan tersebut. Beberapa wilayah di Indonesia masih mengandalkan air hujan untuk usaha pertanian seperti pada sawah tadah hujan. Selanjutnya, Kurniasih dan Dede (2005: Vol.16 No.3) menambahkan RTRW merupakan dokumen perencanaan yang mengikat bagi semua pelaku pembangunan. Alokasi pemanfaatan lahan yang selanjutnya ditetapkan dalam RTRW tersebut dapat mendorong perubahan penggunaan lahan, yang

dapat mengakibatkan semakin menyusutnya daerah resapan air dan berkurangnya kemampuan tanah.

Embung Rowosetro di Desa Pasarbanggi Kecamatan Rembang merupakan embung yang dahulunya digunakan sebagai penampungan air minum PDAM, karena debit air yang semakin menyusut akhirnya embung Rowosetro tidak dipergunakan lagi sebagai penampungan air minum. Pada tahun 2010, embung Rowosetro digunakan sebagai irigasi persawahan dan sebagai ruang terbuka hijau kawasan resapan air, didukung dengan adanya Surat Keputusan Bupati No. 660.1/424/2010 tentang Penetapan Kawasan Embung Rowosetro sebagai RTH/Hutan Kota. Ruang terbuka hijau ini penting untuk ketersediaan air karena air penting untuk kesehatan. Pelayanan kesehatan merupakan pelayanan pokok pemerintah selain pendidikan untuk menjalankan fungsi administrasi publik. Tahun 2015 pemerintah Kabupaten Rembang menargetkan embung Rowosetro yang memiliki luas 6 ha, dioptimalkan guna pengairan area pertanian 3 desa yaitu Sridadi, Tireman dan Pasar Banggi. Selain dimanfaatkan sebagai irigasi persawahan, di sekitar embung Rowosetro semakin dikembangkan sebagai sarana olah raga air, tempat pemancingan ikan, sekaligus didirikan rumah makan dan dilengkapi wahana wisata permainan air.

Bunganaen (2013: Vol.2 No.1) menjelaskan suatu embung dikatakan baik atau berhasil apabila ditinjau dari aspek fisik, embung tersebut tidak terdapat kerusakan yang cukup berarti pada komponen-komponen fisik selama masa layanannya. Apabila dilihat dari aspek pemanfaatannya maka embung dikatakan berhasil jika dapat memberikan ketercukupan air untuk memenuhi kebutuhan hidup masyarakat sekitar. Jika dilihat dari aspek operasi dan pemeliharaan maka dinilai dari lancar atau tidaknya kegiatan institusi atau kelompok pengelolaan dan pemeliharaan sarana embung oleh masyarakat.

Embung Rowosetro di Kecamatan Rembang direncanakan terus terisi air sepanjang tahun, sehingga dapat memenuhi kebutuhan air bersih warga sekitar selama musim kemarau. Optimalisasi dalam bentuk penanaman pohon guna kawasan resapan air di kawasan embung telah dilakukan sejak tahun 2011 sehingga volume tampungan air bertambah bertepatan dengan musim penghujan tahun 2015. Dalam *rembangkab.go.id* disebutkan untuk proyek perbaikan embung Rowosetro sudah disiapkan anggaran APBD sebesar Rp. 1.2 Miliar. Anggarannya berasal dari Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Pemali Juwana. Setelah diperbesar

volume airnya, daya tampung yang sebelumnya 192.000 meter kubik nanti menjadi 250.000 meter kubik.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui dan mendeskripsikan pengelolaan ruang terbuka hijau kawasan embung Rowosetro Kecamatan Rembang guna penyediaan air tadah hujan bagi keberlangsungan sawah pertanian di sekitarnya.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di lokasi Embung Rowosetro Kecamatan Rembang Kabupaten Rembang. Pembahasan penelitian ini menggunakan metode kualitatif bersifat deskriptif. Bogdan dan Taylor dalam Moleong (2008:4) mendefinisikan deskriptif merupakan laporan yang berisi kutipan data untuk memberikan gambaran penyajian laporan. Data dalam penelitian berasal dari wawancara Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Rembang dan data resmi berupa Laporan Akhir Rencana Tindak Penataan Ruang Terbuka Hijau Kabupaten Rembang Tahun 2013.

Survei lapangan dilakukan sebagai bahan utama untuk menganalisis kondisi dan situasi untuk kemudian dapat menjadi konsep dasar untuk mengetahui pengelolaan ruang terbuka hijau kawasan embung Rowosetro guna penyediaan air tadah hujan bagi keberlangsungan sawah pertanian di sekitarnya. Lokasi dan situs penelitian adalah Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Rembang dan LSM Lembaga Masyarakat Lingkungan Hidup (LMLH). Dalam penelitian ini digunakan analisis data model taksonomi.

III. HASIL & PEMBAHASAN

1. Analisis RTH Kawasan Embung Rowosetro Kecamatan Rembang

Purnaweni (2014: Vol.2 No.1) menjelaskan kebijakan tentang pengelolaan lingkungan hidup di Indonesia mengalami perubahan dengan dikeluarkannya Undang-undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Keluarnya Undang-undang ini adalah karena dirasakan kerusakan lingkungan makin menjadi, sehingga perlu dikeluarkan sebuah kebijakan yang tidak hanya mengharuskan pengelolaan lingkungan akan tetapi juga perlindungan terhadap lingkungan. Untuk itu diperlukan lahan hijau guna mendukung kualitas lingkungan. Menurut Ramadhan dan Iwan (2014:

Vol.1 No.2) ruang terbuka hijau merupakan bagian penting dari struktur pembentuk kota dan memiliki fungsi utama sebagai penunjang ekologis kota, serta berperan sebagai penambah dan pendukung nilai kualitas lingkungan suatu kota. Pentingnya keberadaan RTH menyebabkan perlu adanya upaya perlindungan terhadap RTH. Di dalam UU No. 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang, ditetapkan ketentuan penyediaan RTH pada suatu kota sebesar minimal 30% dari luas wilayah.

Perkembangan aktivitas Kota Rembang berdampak pada pergeseran penggunaan lahan dari yang semula non terbangun menjadi lahan terbangun. Fenomena peningkatan kebutuhan akan lahan terbangun pada perkotaan Kabupaten Rembang menjadi hal penting, yang harus diimbangi dengan penyediaan ruang terbuka hijau sebagai bagian dari upaya menyeimbangkan lingkungan. Ruang terbuka hijau merupakan komponen alam yang berperan menjaga keberlanjutan proses di dalam ekosistemnya. Sesuai dengan Perda No. 14 tahun 2011 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah pada Pasal 50 dijelaskan ketentuan umum zonasi untuk pengaturan sempadan sungai dan kawasan sekitar waduk/embung juga meliputi pemanfaatan ruang untuk ruang terbuka hijau serta pengembangan tanaman perdu, tanaman tegakan tinggi, dan penutup tanah untuk melindungi dari pencemaran dan erosi terhadap air.

Harta Kusuma dan Wakhidah (2013: Vol.2 No.1) mengatakan fungsi dari keberadaan ruang terbuka hijau antara lain adalah sebagai penyeimbang ekosistem ekologis, karena ruang terbuka hijau tersebut menjadi tempat tinggal para binatang liar seperti burung. Sebagai fungsi arsitektural yaitu menambah keindahan karena ruang terbuka hijau juga memberikan rasa yang berbeda melalui penataan bentuk warna dan jenis vegetasi ruang terbuka hijau. Selain itu, sebagai fungsi sosial yaitu tempat berinteraksi masyarakat sekitar dimana ruang terbuka hijau tersebut memberikan kesejukan, kenyamanan sehingga masyarakat terwadahi dalam melakukan interaksi berbagai kegiatan. Selain itu juga sebagai pencegah bencana seperti erosi tanah yang ditimbulkan baik dari udara maupun pengikisan air, akar tanaman berfungsi untuk mengikat tanah agar kuat dari serangan air.

Secara umum penyediaan RTH untuk berbagai fungsi, sebagaimana terurai dalam tabel 1, berikut:

Tabel 1 Fungsi Ruang Terbuka Hijau

Fungsi	Pemanfaatan
Kawasan Lindung	
Ekologis	Kegiatan yang dapat dilakukan untuk lebih meningkatkan fungsi ekologis RTH; • Membangun sumur resapan pada RTH kawasan lindung. • Menambah jumlah pohon pada RTH kawasan lindung.
Sosial	Kegiatan sosial yang dapat dilakukan tanpa mengurangi fungsi ekologis komponen; • Sebagai kegiatan rekreasi/olahraga yang bersifat kegiatan di alam yang tidak mengganggu fungsi ekologis dengan frekuensi kegiatan berkala dan dibatasi jumlah massa yang terlibat.
Estetika	Kegiatan yang dapat dilakukan untuk menambah nilai estetika komponen tanpa mengurangi nilai ekologisnya; • Penanaman pohon-pohon langka dan atau unggulan setempat sehingga menjadi salah satu identitas kota.
Ekonomi	Aktivitas ekonomi yang dapat dilakukan tanpa mengganggu ekologis komponen RTH; • Kegiatan wisata alam yang dikenakan biaya masuk/kegiatan • Pemasangan media informasi (papan informasi, billboard) dengan ketentuan tertentu yang tidak merusak fungsi lindung kawasan.

Sumber: Laporan Akhir Rencana Tindak Penataan Ruang Terbuka Hijau Kabupaten Rembang Tahun 2013

Secara formal penggunaan lahan ruang terbuka hijau masih belum bisa memenuhi 30% dari yang diamanatkan dalam Perda No. 14 Tahun 2011 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Rembang. Penggunaan lahan di Kabupaten Rembang secara umum dibedakan menjadi penggunaan lahan berupa tanah sawah dan tanah kering. Laporan Akhir Rencana Tindak Penataan Ruang Terbuka Hijau Kabupaten Rembang Tahun 2013 menyebutkan luas lahan non terbangun 4122 ha (78%) di kawasan Kota Rembang lebih besar dari

luas terbangun 1758 ha (22%). Kondisi tersebut menunjukkan bahwa Kota Rembang memiliki potensi untuk pengembangan dan mempertahankan lahan non terbangun yang dapat difungsikan sebagai Ruang Terbuka Hijau (RTH) baik RTH binaan, RTH lindung dan RTH privat. Berikut gambar ruang terbuka yang ada di kawasan embung Rowosetro Kecamatan Rembang:

Gambar 1 Ruang Terbuka Hijau Kawasan Embung Rowosetro Kecamatan Rembang



Surat Keputusan Bupati No. 660.1/424/2010 tentang Penetapan Kawasan Embung Rowosetro sebagai RTH/Hutan Kota didukung dengan adanya Laporan Akhir Rencana Tindak Penataan Ruang Terbuka Hijau Kabupaten Rembang (2013) yang menyebutkan tujuan penyelenggaraan hutan kota adalah untuk kelestarian, keserasian, dan keseimbangan ekosistem perkotaan yang meliputi unsur lingkungan, sosial dan budaya. Fungsi hutan kota embung Rowosetro adalah untuk:

- a) memperbaiki dan menjaga iklim mikro dan nilai estetika;
- b) meresapkan air;
- c) menciptakan keseimbangan dan keserasian lingkungan fisik kota; dan
- d) mendukung pelestarian keanekaragaman hayati Indonesia.

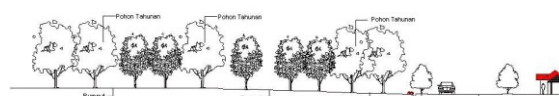
Selain itu, pepohonan dari ruang terbuka hijau/hutan kota di kawasan embung Rowosetro berbentuk jalur, maksudnya hutan kota pada lahan-lahan berbentuk jalur mengikuti bentukan sungai, jalan, pantai, saluran dan lain sebagainya. Lebar minimal hutan kota berbentuk jalur adalah 30 meter.

2. Analisis Vegetasi RTH Kawasan Embung Rowosetro

Guna mendapatkan keberhasilan pembangunan RTH, harus dipilih tanaman berdasarkan beberapa pertimbangan dengan tujuan agar tanaman dapat tumbuh baik dan dapat menanggulangi masalah lingkungan yang muncul. Aspek hortikultural sangat penting dipertimbangkan dalam pemilihan jenis tanaman untuk RTH. Selain itu guna menunjang estetika *urban design*, pemilihan jenis vegetasi untuk RTH juga harus mempertimbangkan aspek arsitektural. Syamdermawan, Surjono, dan Eddi Basuki (2012: Vol. 35 No. 1) menambahkan bahwa untuk meningkatkan fungsi dan kemampuan tanaman, maka pemilihan jenis tanaman tertentu akan berlainan dan tergantung pada ekosistem setempat. Jadi jenis-jenis pohon atau tanaman yang ditanam pada suatu bidang tanah dapat mempengaruhi siklus dan kesetimbangan air pada sistem tersebut. Sebaliknya siklus dan kesetimbangan air dalam sistem ini pada gilirannya juga mempengaruhi kompetisi antara komponen tanaman yang ada. Lestari, Bagyo, dan Soemarno (2013: Vol.4 No.1) menambahkan penyediaan RTH harus memperhatikan fungsi kawasan dan vegetasi. Setiap vegetasi memiliki fungsi dan manfaat yang berbeda, sehingga fungsi vegetasi sebaiknya disesuaikan dengan fungsi kawasan. Hal ini mengupayakan agar fungsi RTH dapat terwujud secara optimal.

Laporan Akhir Rencana Tindak Penataan Ruang Terbuka Hijau Kabupaten Rembang (2013) menyebutkan ruang terbuka hijau/hutan kota kawasan Embung Rowosetro memiliki struktur berstrata dua, yaitu hanya memiliki komunitas tumbuh-tumbuhan pepohonan dan rumput.

Gambar 2 Pola Hutan Kota Strata Dua



Tauhid (2008:27) menyebutkan vegetasi pembentuk hutan merupakan komponen alam yang mampu mengendalikan iklim melalui pengendalian fluktuasi atau perubahan unsur-unsur iklim yang ada di sekitarnya misalnya suhu, kelembapan, angin dan curah hujan, serta menentukan kondisi iklim setempat dan iklim mikro. Hutan kota adalah komunitas vegetasi berupa pohon dan asosiasinya yang tumbuh di lahan kota dan sekitarnya, berbentuk jalur, menyebar, atau bergerombol (menumpuk), strukturnya meniru (menyerupai) hutan alam, membentuk habitat yang memungkinkan kehidupan

bagi satwa liar dan menimbulkan lingkungan sehat, suasana nyaman, sejuk dan estetik.

Jenis vegetasi yang ada di kawasan embung Rowosetro Kecamatan Rembang telah memenuhi standar ketentuan penyediaan RTH. Secara umum, RTH di kawasan embung tersebut didominasi oleh RTH yang bersifat sebagai peneduh dan pengarah jalan, misalnya saja trembesi. Vegetasi jenis tersebut dapat digunakan sebagai peneduh karena bentuk percabangan batang tidak merunduk, memiliki massa daun padat, dan tidak mudah tumbang. Keberadaan ruang terbuka hijau dan vegetasi yang baik mampu memberikan stabilitas pada permukaan tanah serta dapat mendorong perlindungan terhadap embung dan mata air di Kabupaten Rembang. Mengingat embung berfungsi ekologis maka dengan adanya RTH dapat meningkatkan fungsi ekologis yang telah ada.

Gambar 3 Vegetasi Trembesi di Kawasan Embung Rowosetro



Pohon Trembesi yang tinggi: 6-10 m, diameter tajuk $\pm$ 5 m.

3. *Pemanfaatan dan Pengendalian RTH Kawasan Embung Rowosetro*

Sebagian besar luas tanah sawah di Kabupaten Rembang merupakan sawah tadah hujan, hal ini dikarenakan Kabupaten Rembang intensitas curah hujannya tidak menentu, sehingga implikasinya sering terjadi kekeringan di wilayah tersebut. Berdasarkan hal tersebut, maka upaya-upaya untuk melakukan konservasi sumber daya air dan pengembangan embung-embung kecil untuk menahan air hujan sangat diperlukan. Upaya ini diharapkan dapat menjaga kesinambungan sumber daya air terutama pada musim kemarau baik untuk kebutuhan pengairan sawah maupun untuk kebutuhan lainnya. Untuk meningkatkan kegunaan

dari ruang terbuka hijau/hutan kota di kawasan embung Rowosetro pemerintah telah siap melibatkan pihak swasta untuk berinvestasi di embung Rowosetro. Selain berfungsi untuk pengairan sawah, infrastruktur tadah hujan ini berpotensi sebagai tempat wisata.

Kawasan Embung Rowosetro berpotensi menjadi lokasi usaha yang strategis, terutama di bidang pariwisata. Oleh karena itu, Pemkab Rembang mengundang juga pihak swasta untuk mengajukan proposal kerjasama. Namun hingga saat ini, belum ada satupun calon investor yang melirik potensi satu-satunya embung di kecamatan kota Rembang ini. Melalui sistem investasi terbuka bagi semua kalangan, baik dari pengusaha mikro maupun berskala besar. Pemerintah kabupaten Rembang siap memfasilitasi dan mengkaji setiap bentuk usaha, dengan syarat tidak merusak lingkungan. Selain itu harus dapat memberi kontribusi bagi pemerintah daerah setempat.

Pemanfaatan embung Rowosetro tidak hanya diperuntukkan untuk membantu mengairi lahan pertanian disekitar embung tersebut, tetapi juga akan dioptimalkan untuk kegiatan olahraga, terutama cabang olahraga dayung, dikutip dari rembangkab.go.id. Pihak pemerintah Kabupaten Rembang telah berkoordinasi dengan KONI Rembang untuk mulai memberikan perhatian cabang olahraga dayung. Setelah Pemkab Rembang melakukan pengerukan sedimentasi yang dibiayai pemerintah pusat dan pemprov dengan dana pendampingan APBD II, debit air embung Rowosetro semakin meningkat sehingga mencukupi kebutuhan pengairan area pertanian kawasan sekitar. Melihat kondisi embung Rowosetro pada tahun 2015, embung Rowosetro memang layak dioptimalkan, guna memberikan kontribusi PAD Rembang.

IV. PENUTUP

1. *Kesimpulan*

Surat Keputusan Bupati No. 660.1/424/2010 tentang Penetapan Kawasan Embung Rowosetro sebagai RTH/Hutan Kota telah memberikan kesimpulan bahwa kawasan embung Rowosetro Kecamatan Rembang Kabupaten Rembang memiliki potensi sebagai kawasan resapan air tadah hujan yang diperuntukkan untuk membantu mengairi

sawah pertanian di 3 desa sekitar embung Rowosetro, yaitu: Sridadi, Tireman dan Pasar Banggi.

2. Saran

Berdasarkan pembahasan mengenai ruang terbuka hijau/hutan kota di kawasan embung Rowosetro Kecamatan Rembang Kabupaten Rembang, direkomendasikan sebagai berikut:

- a. Pemerintah Kabupaten Rembang harus lebih aktif melakukan penawaran investasi kepada pihak-pihak swasta maupun pengusaha guna pengembangan potensi embung Rowosetro sebagai tempat pariwisata.
- b. Melakukan penghijauan secara berkala dan menambah jenis vegetasi yang ditanam di sekitar embung Rowosetro agar lebih bervariasi dan dapat menambah volume resapan air.
- c. Pemerintah harus memberikan perhatian lebih besar terhadap cabang olahraga dayung yang menggunakan embung Rowosetro sebagai tempat berlatih, pemerintah Kabupaten Rembang harus menyediakan sarana prasarana penunjang kegiatan dayung tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Bappeda Kabupaten Rembang. 2013. *Laporan Akhir Rencana Tindak Penataan Ruang Terbuka Hijau Kabupaten Rembang Tahun 2013*.
- Bunganaen, Wilhelmus. 2013. *Analisis Kinerja Embung Oelomin Di Kabupaten Kupang*. Jurnal Teknik Sipil Universitas Nusa Cendana 2(1):23-36.
- Harta Kusuma, Bagas dan Wakhidah Kurniawati. 2013. *Ketersediaan Ruang Terbuka Hijau Sebagai Penopang Kawasan Mixed Use Pada Koridor Jalan Fatmawati Semarang*. Jurnal Teknik PWK 2(1):152-159.
- Iriani, Kurnia, Agustin Gunawan dan Besperi. 2013. *Perencanaan Sumur Resapan Air Hujan Untuk Konservasi Air Tanah Di Daerah Permukiman (Studi Kasus Di Perumahan RT. II, III, dan IV Perumnas Lingkar Timur Bengkulu)*. Inersia Jurnal Teknik Sipil, 5(1):9-21.
- Jurnal Kajian Lemhanas RI Edisi 15. 2013. *Pengelolaan Sumber Daya Air guna Mendukung Pembangunan Nasional dalam Rangka Ketahanan Nasional*.
- Kurniasih, Nia dan Dede J. Sudrajat. 2005. *Hubungan Perubahan Penggunaan Lahan Dengan Limpasan Air Permukaan: Studi Kasus Kota Bogor*. Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota Institute Teknologi Bandung 16(3):44-56.
- Lestari, Irene., Bagyo Yanuwadi, dan Soemarno. 2013. *Analisis Keseuaian Vegetasi Lokal Untuk Ruang Terbuka Hijau Jalur Jalan Di Pusat Kota Kupang*. J-PAL Universitas Brawijaya 4(1):1-10.
- Moleong, Lexy J. 2008. *Metodologi Penelitian Kualitatif*. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya.
- Purnaweni, Hartuti. 2014. *Kebijakan Pengelolaan Lingkungan Di Kawasan Kendeng Utara Provinsi Jawa Tengah*. Jurnal Ilmu Lingkungan Undip 2(1):53-65.
- Ramadhan, Afrizal dan Dr. Ir. Iwan Kustiwan, MT. 2014. *Kebutuhan Ruang Terbuka Hijau Berdasarkan Fungsi Ekologis Sebagai Penghasil Oksigen Dan Kawasan Resapan Air Sesuai Tipologi Kota (Studi Kasus: Kota Bandung, Kota Bogor Dan Kota Cirebon)*. Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota Institute Teknologi Bandung 1(2):379-389.
- Surat Keputusan Bupati No. 660.1/424/2010 tentang Penetapan Kawasan Embung Rowosetro.
- Tauhid. 2008. *Kajian Jarak Jangkauan Efek Vegetasi Pohon Terhadap Suhu Udara Pada Siang Hari Di Perkotaan (Studi Kasus: Kawasan Simpang Lima Kota Semarang)*. Semarang: Skripsi Magister Ilmu Lingkungan.
- <http://www.rembangkab.go.id/index.php/ppid-informasi-publik/berita-pemerintahan/306-pemkab-rembang-buka-peluang-investor-untuk-rowosetro> Pemkab Rembang Buka Peluang Investor Untuk Rowosetro diakses pada 12 April 2015 pukul 10:55 PM

Valuasi Potensi Air Limbah Industri Tahu dalam Konversi Energi Terbarukandi Kartasura, Kabupaten Sukoharjo

Nani Harihastuti

Program Doktor Ilmu Lingkungan, Program Pascasarjana, Universitas Diponegoro
Jl. Imam Bardjo, SH No. 5 Semarang
nanisoeharto@yahoo.com

Purwanto

Program Studi Ilmu Lingkungan, Program Pascasarjana, Universitas Diponegoro
Jl. Imam Bardjo, SH No. 5 Semarang

Istadi

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedharto, SH Semarang

ABSTRAK

Sentra IKM tahu Sumber Rejeki terletak di Desa Purwogondo, Kelurahan Kartasura, Kecamatan Kartasura, Kabupaten Sukoharjo. Pengrajin tahu berjumlah 35 unit usaha. Potensi air limbah tahu yang dihasilkan sebanyak 546.480 liter per hari, belum semua pengrajin tahu mengolah maupun memanfaatkan air limbahnya, yang dapat menyebabkan kerugian terhadap lingkungan. Penelitian ini bertujuan melakukan valuasi potensi air limbah industri tahu dalam konversi sumber energi terbarukan. Tahapan penelitian meliputi pendataan jumlah pengrajin tahu, pemilihan salah satu IKM yang telah mempunyai digester biogas yang beroperasi secara kontinyu sebagai basis sampel penelitian, analisis kualitas air limbah tahu influen dan effluen digester, analisis komponen biogas. Valuasi konversi energi berbasis parameter COD pada influen dan effluen digester. Dari hasil analisis influen digester parameter BOD :4.685 mg/l, COD: 7.441 mg/l, TSS:1438 mg/l, pH :4,7 dan suhu: 45,3°C, pada effluen BOD :134,4 mg/l, COD: 382,7 mg/l, TSS:294 mg/l, pH :7,4 dan suhu :33,2°C, ini menunjukkan bahwa digester dapat mendegradasi kandungan bahan organik dalam air limbah tahu menjadi biogas. Hasil analisis komposisi biogas adalah CH₄: 60,099%, CO₂:38,881 %, H₂S :4.288 ppm, NH₃:7,667 ppm, dan H₂O: 2,16 lt/m³. Dari hasil pendataan lapangan, didapatkan potensi air limbah di seluruh sentra sebanyak 547 m³/hari yang apabila dibuang langsung ke sungai akan menyebabkan pencemaran lingkungan perairan, sehingga perlu pengelolaan. Hasil valuasi konversi energi diperoleh potensi metana (CH₄) yang terbentuk 1.350.650 l CH₄/hari yang dapat digunakan sebagai sumber energi terbarukan insitu. Biaya operasional yang dapat dihemat setiap bulannya sebesar Rp. 127.680.000,00 dari penghematan pembelian serbuk gergaji, untuk pembangkit uap dan Rp 57.960.000,00 dari penghematan pembelian solar penggerak gilingan. Pemanfaatan air limbah industri tahu sebagai sumber energi terbarukan mempunyai nilai tambah bagi IKM tahu, baik dari aspek ekonomi maupun dari lingkungan (mengurangi terbentuknya gas rumah kaca dan terjadinya pemanasan global).

Kata kunci: *air limbah, energi terbarukan, industri tahu, potensi*

I. PENDAHULUAN

Sentra IKM tahu Sumber Rejeki terletak di Desa Purwogondo, Kelurahan Kartasura, Kecamatan Kartasura, Kabupaten Sukoharjo, Provinsi Jawa Tengah. Di sentra industri tahu Sumber Rejeki ini terdapat 35 unit usaha, dengan total mengolah 10.630 kg kedelai per hari menjadi produk tahu yang dipasarkan di daerah sekitarnya yaitu Kabupaten Sukoharjo, Kabupaten Karanganyar, Kabupaten Boyolali, dan Kota Surakarta. Sentra IKM tahu di Desa Purwogondo ini merupakan sebagian kecil dari 84.000 unit usaha pembuatan tahu yang ada di seluruh Indonesia (data bulan Mei 2010) dengan produksi per hari lebih dari 2,56 juta ton (Sadzali,

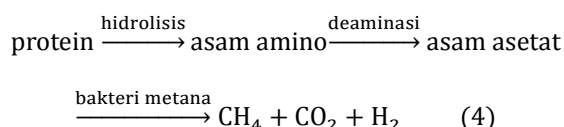
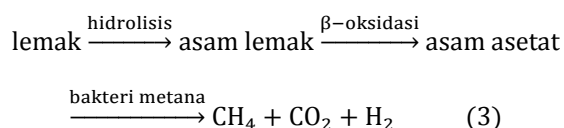
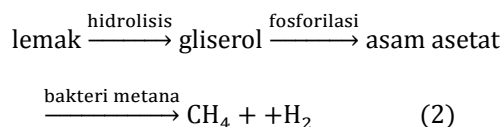
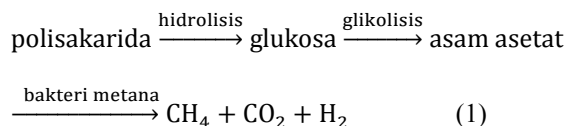
2010).

Suryanto (dalam Hartati, 1994) menyebutkan bahwa tahu adalah makanan padat yang dicetak dari sari kedelai (*Glycine spp*) dengan proses pengendapan protein pada titik isoelektriknya, tanpa atau dengan penambahan zat lain yang diizinkan. Pada proses pembuatan tahu dihasilkan 2 macam limbah, yaitu limbah padat dan limbah cair. Limbah padat yang dihasilkan berupa ampas tahu, yang biasanya dimanfaatkan untuk pakan ternak. Sedangkan limbah cairnya dihasilkan dari cairan kental masakan yang dipisahkan dari gumpalan tahu pada tahap penggumpalan dan penyaringan yang disebut dengan air dadih atau

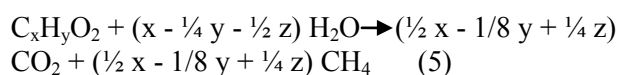
whey. Selain itu, limbah cair juga dihasilkan dari proses sortasi, pembersihan, pencucian dan perendaman kedelai serta pencucian peralatan. Air limbah ini belum banyak dimanfaatkan, walaupun pada beberapa industri tahu sebagian kecil dari air limbah (khususnya air dadih) dimanfaatkan kembali sebagai bahan penggumpal (Dhahiyat, 1990). Namun, sebagian besar industri tahu masih membuang air limbahnya ini langsung ke lingkungan tanpa diolah terlebih dahulu sehingga berpotensi menyebabkan pencemaran lingkungan.

Kualitas Air limbah industri pembuatan tahu mempunyai kadar BOD sekitar 6.000-8.000 mg/l dan COD 7.500-14.000 mg/l (Herlambang, 2002). Dari karakteristik tersebut, dapat digolongkan bahwa air limbah yang dihasilkan oleh industri tahu mempunyai kandungan zat organik yang sangat tinggi, sehingga untuk dapat dibuang ke lingkungan memerlukan suatu pengolahan terlebih dahulu agar tidak mencemari lingkungan. Dengan kandungan zat organik tinggi, air limbah yang dihasilkan dari industri tahu dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan biogas, sumber energy terbarukan.

Pada prinsipnya, proses pembuatan biogas adalah proses penguraian bahan organik secara anaerobik oleh mikroorganisme yang menghasilkan antara lain gas metana. Bahan organik yang terkumpul pada digester (reaktor) akan diuraikan menjadi beberapa tahapan proses yaitu Proses hidrolisis, asidifikasi dan metanasi. Pada saat degradasi menjadi asam-asam lemah dilakukan oleh bakteri pembentuk asam (bakteri asetogenik). Bakteri ini akan menguraikan bahan organik pada tahap hidrolisis dan asidifikasi. Pada tahap hidrolisis, bakteri ini juga akan memecah struktur organik kompleks atau senyawa rantai panjang menjadi asam-asam volatil (struktur pendek). Protein dipecah menjadi asam-asam amino, karbohidrat dipecah menjadi gula dengan struktur yang sederhana, lemak dipecah menjadi asam rantai panjang, dan hasil dari pemecahan ini akan dipecah lagi menjadi asam-asam volatil. Bakteri asetogenik juga melepaskan gas hidrogen dan gas karbon-dioksida. Tahap asidifikasi merupakan tahap pembentukan asam dari senyawa sederhana. Setelah material organik berubah menjadi asam-asam, maka tahap kedua dari proses digestasi adalah pembentukan gas metana dengan bantuan bakteri pembentuk metana (metanogenik), yaitu bakteri *methanococcus*, *methanosarcina*, dan *methanobacterium*. Reaksi pembentukan metana adalah sebagai berikut:



Secara umum, reaksi pembentukan metana adalah sebagai berikut.



Dari persamaan di atas terlihat bahwa kandungan utama dari biogas adalah CH₄ dan CO₂. Harahap dkk. (1980) menyebutkan bahwa di dalam biogas terkandung campuran komponen gas-gas metana (CH₄) sekitar 54-70%, karbon dioksida (CO₂) sekitar 27-40%, hidrogen sulfida (H₂S) sekitar 0,1-3,0%, amonia (NH₃) sekitar 0,1- 0,5%, hidrogen (H₂) sekitar 1-3%, dan uap air (H₂O) sekitar 0,3-2%.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melakukan valuasi terhadap potensi air limbah industri tahu dalam konversi sumber energi terbarukan yang berupa biogas pada sentra industri tahu Sumber Rejeki yang terletak di desa Purwogondo, Kelurahan Kartasura, Kecamatan Kartasura, Kabupaten Sukoharjo, Provinsi Jawa Tengah.

II. METODOLOGI

Penelitian ini merupakan jenis penelitian eksperimental. Penelitian dilaksanakan pada bulan Februari-April 2015. Pengambilan data lapangan dan sampel analisis laboratorium dilakukan di salah satu industri tahu yang memiliki digester biogas yang beroperasi yang terletak pada sentra industri tahu Sumber Rejeki di desa Purwogondo, Kelurahan Kartasura, Kecamatan Kartasura, Kabupaten Sukoharjo, Provinsi Jawa Tengah. Sedangkan pendataan potensi industri tahu dilakukan diseluruh IKM tahu yang berada di wilayah sentra tersebut.

Untuk analisis laboratorium dilakukan di Balai Besar Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri (BBTPPI) Semarang. Sampel yang di analisis adalah kualitas air limbah tahu pada influen dan efluen digester dengan parameter BOD, COD, TSS, pH dan suhu. Sedangkan keluaran pada biogas, dianalisis komponen parameter gas-gas CH_4 , H_2S , NH_3 , CO_2 , dan uap air (H_2O). Kemudian dari hasil perolehan data-data tersebut dilakukan analisis perhitungan/valuasi potensi terhadap terbentuknya sumber energi terbarukan dari biogas.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil pendataan terdapat tiga puluh lima (35) produsen tahu yang tergabung dalam Paguyuban Pengrajin Tahu Sumber Rejeki. Bahan baku kedelai yang digunakan berjumlah total 10.630 kg per hari. Di Sentra tersebut terdapat 12 produsen yang telah memiliki IPAL, tetapi dari 12 produsen tersebut, hanya 3 produsen yang IPAL-nya beroperasi dan berfungsi dengan baik. Sesuai dengan karakteristiknya, kandungan zat organik dalam air limbah tahu tinggi, sehingga apabila tidak dilakukan pengolahan akan mencemari sungai/ badan air penerima. Pengolahan atau pemanfaatan air limbah tahu sebelum dibuang ke lingkungan masuk badan air penerima merupakan suatu keharusan yang telah diatur dalam undang-undang No.32 tahun 2009 atau peraturan daerah Provinsi Jawa Tengah No.5 tahun 2012. Pemanfaatan sebagai sumber energi terbarukan dengan mengolah air limbah tahu secara kontinu didalam reaktor digester, menghasilkan biogas, telah dilakukan oleh tiga (3) pengrajin tahu yang berada di wilayah sentra tahu sumber rejeki tersebut. Biogas yang diperoleh telah digunakan sebagian oleh industri tahu itu sendiri untuk keperluan pemasakan, rumah tangga dan penerangan.

Industri tahu yang digunakan sebagai sampel penelitian adalah industri tahu yang telah memiliki digester penghasil biogas yang beroperasi secara kontinu dan berfungsi dengan baik. Dipilih industri tahu milik Bapak Narto Suwito dengan kapasitas produksi rata-rata 350 kg kedelai perhari. Hasil pengujian sebagai berikut dapat dilihat pada Tabel 1 :

Tabel 1. Hasil analisis air limbah IKM Tahu Sumber Rejeki

Parameter	Satuan	Influen	Efluen
BOD	mg/l	4.685	134,4
COD	mg/l	7.441	382,7
TSS	mg/l	1438	294
pH	-	4,7	7,4
Suhu	°C	45,3	33,2

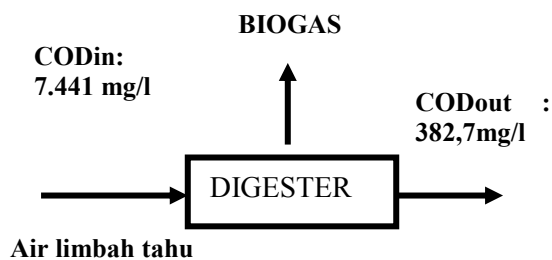
Tabel 2. Komposisi biogas yang dihasilkan dari air limbah industri tahu

Parameter	Nilai	Satuan
CH_4	60,099	%
CO_2	38,881	%
H_2S	4.288	ppm
NH_3	7,667	ppm
H_2O	2,163	lt/m ³

Setiap hari IKM tahu milik bapak Narto Suwito mengolah rata-rata 350 kg kedelai menjadi tahu, yang dibagi dalam 50 kali (batch) pemasakan. Satu (1) batch pemasakan, berat kedelai yang diolah sekitar 6,5-7 kg. Setiap pemasakan kedelai menghasilkan air limbah berupa *kentalan*/air dadih/*whey* yang dibuang masuk ke digester sebanyak 3 tong dengan volume setiap tong adalah 120 liter, sedangkan sisanya yang berasal dari pencucian dan perendaman langsung dibuang ke badan air/sungai. Maka,

- Jumlah air limbah yang masuk ke digester setiap harinya = $3 \text{ tong} / \text{batch} \times 120 \text{ l/tong} \times 50 \text{ batch} = 18.000 \text{ l} = 18 \text{ m}^3$
- Konsentrasi COD air limbah tahu influen digester (COD_{in}) = 7.441 mg/l
- Konsentrasi COD air limbah tahu efluen digester (COD_{out}) = 382,7 mg/l
- COD yang terdegradasi = $\text{COD}_{\text{in}} - \text{COD}_{\text{out}} = 7.058,3 \text{ mg/l}$
- COD yang terdegradasi = $7.058,3 \text{ mg/l} \times 18.000 \text{ l} = 127.049.400 \text{ mg} = 127,05 \text{ kg COD} \approx 127 \text{ kg COD}$

Dari Tabel 2 di atas diketahui bahwa komponen biogas yang mempunyai nilai kalor tinggi adalah adanya kandungan gas CH_4 , sehingga sebagai acuan dalam konversi COD ke biogas dari konsentrasi CH_4 -nya. Benefield dan Randall (1980) menjelaskan bahwa setiap penurunan 1 kg COD dapat menghasilkan 350 liter CH_4 , sehingga potensi CH_4 yang terbentuk adalah $127 \text{ kg COD} \times 350 \text{ l CH}_4/\text{kg COD} = 44.450 \text{ l CH}_4$ per hari.



Gb. Skema Pembentukan Biogas

Selama ini, biogas yang dihasilkan dari industri tahu Bapak Narto Suwito hanya digunakan sebagian saja untuk keperluan rumah tangga dan perebusan tahu saja. Sisanya masih dilepas/dibuang begitu saja ke lingkungan udara. Sedangkan untuk memasak air pembangkit uap untuk memasak bubur kedelai masih menggunakan bahan bakar serbuk gergaji (grajen). Nilai kalori dari serbuk gergaji adalah sekitar 2.000-2.500 kkal/kg, sedangkan biogas memiliki nilai kalor sebesar 4.000-5.000 kkal/kg. Dengan nilai kalor hingga 2 kali lipat dari serbuk gergaji maka proses pemasakan akan lebih cepat, sehingga lebih menghemat waktu dan biaya. Serbuk gergaji yang diperlukan setiap harinya sebanyak 20 sak yang berisi 15-20 kg dengan harga Rp 7.000,00 per sak. Penghematan yang akan diperoleh apabila bahan bakar serbuk gergaji untuk pemasakan air pembangkit uap disubstitusi bahan bakar biogas seperti pada perhitungan berikut:

- Serbuk gergaji yang digunakan = 20 sak/hari x 20 kg/sak = 400 kg/hari
- Biaya pembelian serbuk gergaji per hari = 20 sak x Rp 7.000,00 = Rp 140.000,00
- Biaya pembelian serbuk gergaji per bulan = 30 x Rp 140.000,00 = Rp 4.200.000,00
- Maka, bila biogas digunakan untuk menggantikan serbuk gergaji, biaya operasional yang dapat dihemat sebesar Rp 140.000,00 per hari atau Rp 4.200.000,00 per bulan.

Biogas yang dibutuhkan apabila digunakan untuk pemasakan di IKM tahu milik Bapak Narto Suwito adalah sebesar 7.500 l (Hariastuti dkk., 2010). Dari biogas yang dihasilkan per hari sebanyak 44.450 l, jumlahnya mencukupi untuk memenuhi keperluan memasak tahu sebanyak 7.500 l dengan sisa sebanyak 44.450 l - 7.500 l = 36.950 l untuk keperluan lainnya.

Dari Tabel 2 diketahui dari analisis bahwa kandungan CH_4 dalam biogas yang dihasilkan adalah 60,099%. Menurut Febrisiantosa dan Julendra (2008) menyebutkan bahwa kadar metana (CH_4) minimal untuk dapat menggerakkan genset adalah 60%, sehingga biogas yang dihasilkan di sentra industri tahu Sumber Rejeki dapat dikonversi menjadi listrik melalui co-generator/genset. IKM tahu milik Bapak Narto Suwito menggunakan mesin diesel untuk penggilingan kedelai, penerangan, dan pompa air, dengan kebutuhan bahan bakar solar sebanyak 1 liter untuk 1 jam produksi. Apabila solar tersebut disubstitusi dengan CH_4 dari biogas yang dihasilkan, maka penghematan yang didapat adalah sebagai berikut.

- Kebutuhan solar per hari = 1 l x 8 jam produksi/hari = 8 l/hari
- Harga 1 l solar bersubsidi Rp 6.900,00
- Biaya penggunaan solar per hari = 8 l/hari x Rp 6.900,00 = Rp 55.200,00.
- Biaya penggunaan solar per bulan = 30 hari x Rp 55.200,00 = Rp 1.656.000,00
- Maka biaya operasional dari solar yang dapat dihemat apabila menggunakan biogas sebesar Rp 55.200,00 per hari atau Rp 1.656.000,00 per bulan.

Dengan asumsi proses produksi sama pada setiap pengrajin tahu di sentra tahu Sumber Rejeki, apabila pada satu industri tahu dapat menghasilkan potensi sumber energi terbarukan dan dapat melakukan penghematan seperti hasil perhitungan di atas, maka apabila seluruh pengrajin tahu yang tergabung pada sentra memanfaatkan dan mengolah air limbahnya untuk menghasilkan biogas dan berfungsi dengan baik, maka volume biogas yang dapat dihasilkan adalah sebagai berikut:

- Jumlah kebutuhan kedelai per hari = 10.630 kg
- Setiap 350 kg kedelai menghasilkan 18.000 liter air limbah, maka jumlah air limbah yang dihasilkan seluruhnya adalah = $(10.630 \text{ kg} : 350 \text{ kg}) \times 18.000 \text{ l} = 546.685,72 \text{ l} \approx 546.686 \text{ l} = 547 \text{ m}^3$
- Nilai COD diasumsikan sama, sehingga COD yang terdegradasi = $7.058,3 \text{ mg/l} \times 546.686 \text{ l} = 3.858.673.793,8 \text{ mg} \approx 3.859 \text{ kg COD}$
- Potensi CH_4 yang terbentuk = $3.859 \text{ kg COD} \times 350 \text{ l CH}_4/\text{kg COD} = 1.350.650 \text{ l CH}_4$ per hari

Dari hasil perhitungan tersebut, dapat diketahui bahwa potensi biogas yang terbentuk pada sentra industri tahu Sumber Rejeki apabila semua pengrajin tahu mengolah air limbahnya dalam digester dan

berfungsi dengan baik, yaitu sebanyak 1.350.650 l per hari yang dapat digunakan sebagai sumber energi atau bahan bakar. Dengan asumsi kebutuhan bahan bakar serbuk gergaji sama, penghematan yang dapat dicapai sentra industri tahu Sumber Rejeki dengan substitusi serbuk gergaji dengan biogas adalah sebagai berikut.

- Serbuk gergaji yang digunakan 1 IKM (bahan baku kedelai 350 kg) = 20 sak/hari
- Serbuk gergaji yang dibutuhkan 35 IKM = $(10.630 \text{ kg} : 350 \text{ kg}) \times 20 \text{ sak/hari} = 607,43 \text{ sak/hari} \approx 608 \text{ sak/hari}$
- Biaya pembelian serbuk gergaji per hari = 608 sak x Rp 7.000,00 = Rp 4.256.000,00
- Biaya pembelian serbuk gergaji per bulan = 30 hari x Rp 4.256.000,00 = Rp 127.680.000,00
- Maka, bila biogas digunakan untuk menggantikan serbuk gergaji, biaya operasional yang dapat dihemat sebesar Rp 4.256.000,00 per hari atau Rp 127.680.000,00 per bulan.

Selain itu, penghematan lain yang dapat dicapai dengan substitusi solar sebagai bahan bakar diesel dengan biogas apabila rata-rata pengrajin tahu memproduksi tahu selama 8 jam sehari adalah sebagai berikut.

- Kebutuhan solar per hari = 1 l x 8 jam produksi/hari = 8 l/hari
- Harga 1 l solar bersubsidi Rp 6.900,00
- Biaya pembelian solar per hari 1 IKM = 8 l/hari x Rp 6.900,00 = Rp 55.200,00
- Biaya pembelian solar per hari 35 IKM = 35 x Rp 55.200,00 = Rp 1.932.000,00
- Biaya pembelian solar per bulan = 30 hari x Rp 1.932.000,00 = Rp 57.960.000,00
- Maka biaya operasional dari pembelian solar yang dapat dihemat apabila menggunakan bahan bakar biogas sebesar Rp 1.932.000,00 per hari atau Rp 57.960.000,00 per bulan.

Selain untuk pemenuhan kebutuhan energi di sentra industri tahu tersebut, biogas yang terbentuk juga dapat digunakan untuk keperluan lainnya, misalnya pengganti gas LPG pada rumah tangga di sekitar sentra industri tahu untuk memasak. Hal ini berarti biogas dari air limbah tahu merupakan sumber energi yang dapat dikembangkan dimasa depan menjadi sumber energi terbarukan dan ramah lingkungan.

Tabel 3. Efluen digester dibandingkan dengan baku mutu limbah cair industri tahu
 (Perda Propinsi Jateng No.5 tahun 2012)

Parameter	Nilai efluen	Perda Jateng No. 5 Tahun 2012
BOD	134,4 mg/l	150 mg/l
COD	382,7 mg/l	275 mg/l
TSS	294,0 mg/l	100 mg/l
pH	7,4	6,0-9,0
Suhu	33,2°C	38°C

Manfaat substitusi bahan bakar dengan biogas yang dihasilkan sendiri tidak hanya dari aspek ekonomi saja, melainkan dari aspek lingkungan juga menguntungkan. Dengan mengolah air limbah tahu menjadi biogas, pencemaran sungai/ badan air oleh air limbah tahu yang mengandung zat organik tinggi dapat dikurangi/ dikendalikan. Pada Tabel 3 di atas terlihat bahwa parameter COD masih belum memenuhi baku mutu berdasarkan Perda Jateng No. 5 Tahun 2012, tetapi parameter yang lain sudah dapat memenuhi. Dibandingkan dengan nilai parameter saat sebelum masuk ke digester pada Tabel 1, nilai tersebut telah berkurang sangat signifikan, dan hal ini akan mengurangi beban pencemar yang diterima oleh badan air. Selain itu, dengan memanfaatkan biogas sebagai bahan bakar berarti mengurangi gas metane (CH_4) yang terlepas ke atmosfer (lingkungan udara). Gas CH_4 sendiri merupakan gas rumah kaca yang menyebabkan kenaikan temperatur bumi, sehingga laju pemanasan global dapat dihambat/dikurangi. Upaya mengkonversi air limbah industri tahu menjadi biogas ini merupakan salah satu upaya pengendalian pencemaran lingkungan, sesuai dengan UU No. 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

KESIMPULAN

Dari hasil valuasi potensi pemanfaatan air limbah industri tahu sebagai sumber energi terbarukan, yang diterapkan pada pengrajin tahudi sentra IKM tahu sumber rejeki dapat disimpulkan sebagai berikut : Hasil valuasi konversi energi diperoleh potensi pembentukan biogas 1.350.650 liter/hari, merupakan sumber energi terbarukan insitu. Biaya operasional yang dapat dihemat dengan memanfaatkan energi dari biogas untuk pemanas air pembangkit uap untuk pemasakan bubur kedelai setiap bulannya sebesar Rp. 127.680.000,00 dari peniadaan pembelian serbuk gergaji dan Rp

57.960.000,00 substitusi pembelian solar penggerak gilingan. Pemanfaatan air limbah industri tahu sebagai sumber energi terbarukan dapat memberikan nilai tambah pada pengrajin/IKM tahu Sumber Rejeki, baik dari aspek ekonomi maupun lingkungan, antara lain mengurangi terbentuknya gas rumah kaca dan laju pemanasan global.

SARAN

Dari hasil valuasi potensi ini, untuk IKM tahu yang lain pada sentra tahu Sumber Rejeki yang belum mengolah air limbahnya, dapat segera membuat digester secara kelompok untuk mengolah air limbahnya, sehingga dihasilkan energi biogas. Disain kapasitas digester dapat bersifat komunal jadi satu untuk beberapa IKM yang berdekatan letaknya sehingga biogas dapat dihasilkan secara kontinyu dengan jumlah yang cukup dan menghemat biaya konstruksi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Narto Suwito selaku pemilik salah satu IKM tahu Sumber Rejeki yang digunakan sebagai lokasi penelitian dan Laboratorium Balai Besar Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri (BBTPPI) Semarang yang digunakan sebagai laboratorium uji.

DAFTAR PUSTAKA

- Benefield, Larry D. dan Randall, Clifford W., 1980, *Biological Processing Design for Wastewater Treatment*, New Jersey, Prentice-Hall, Inc.
- Dhahiyat, Y, 1990, *Karakteristik Limbah Cair Tahu dan Pengolahannya dengan Eceng Gondok (Eichornia crassipes (Mart) Solms)*, Tesis Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Febrisiantosa, Andi dan Julendra, Hardi, 2008, *Konversi Limbah Ternak Sapi Bali Bosa Javanicus Menjadi Biogas di UPT Kapitan Meo Kab. Belu Nusa Tenggara Timur*, Prosiding Seminar Nasional Rekayasa Kimia dan Proses, Teknik Kimia Universitas Diponegoro.
- Harahap, F., M. Apandi, dan S. Ginting, 1980, *Teknologi Gas Bio*, Bandung, Pusat Teknologi Pembangunan Institut Teknologi Bandung.
- Hartati, 1994, *Tahu Makanan Bergizi*, Yogyakarta, Kanisius.
- Harihastuti, Nani, Ikha Rasti J. S, Sukani, Jaswadi, dan Herry Yuli C., 2010, *Aplikasi Teknologi Adsorpsi Untuk Purifikasi Gas Methane (CH₄) yang Dihasilkan Pada Proses Pengolahan Air Limbah Industri Tahu Sistem Anaerob*, Semarang, Balai Besar Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri.
- Herlambang, A., 2002, *Teknologi Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu*, Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Lingkungan (BPPT) dan Bapedal Samarinda.
- Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah No. 5 Tahun 2012 tentang Baku Mutu Air Limbah.
- Sadzali, Imam, 2010, Potensi Limbah Tahu Sebagai Biogas, *Jurnal UI Untuk Bangsa Seri Kesehatan, Sains, dan Teknologi*, Vol. 1 No. 1 Hal. 62-69.
- Undang-undang Republik Indonesia No. 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.
- Wahono, Satriyo Krido, Andi Febrisiantosa, Roni Maryana, 2008, *Pemanfaatan Teknologi Biogas Terintegrasi dengan Pengelolaan UMKM Industri Tahu dan Peternakan Sapi di Gunungkidul-Yogyakarta*, Prosiding Seminar Nasional "Sistem Informasi sebagai Penggerak Pembangunan di Daerah".

Penaksiran Kesesuaian Kualitas Airtanah untuk Irigasi di Sebagian Mata Air Kabupaten Rembang

Sembodo Noviandaru Suhana

Jurusan Geografi Lingkungan, Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada.
Yogyakarta.

sembodo.noviandaru@gmail.com

Ahmad Cahyadi

Magister Pengelolaan Pesisir dan Daerah Aliran Sungai, Fakultas Geografi,
Universitas Gadjah Mada.

Yogyakarta.

ahmadcahyadi@mail.ugm.ac.id

ABSTRAK

Air irigasi memiliki peranan yang vital terhadap pengembangan pertanian di suatu wilayah terutama untuk tanaman yang membutuhkan suplai air yang besar seperti padi. Sumber air untuk kepentingan irigasi banyak sumbernya antara lain yang bersumber dari air permukaan dan juga dari airtanah. Selain kuantitasnya, kualitas air juga menjadi salah satu aspek yang perlu diperhatikan agar tetap dapat dimanfaatkan. Air permukaan cenderung memiliki kerentanan untuk tercemar lebih besar dibandingkan dengan airtanah. Analisis kualitas airtanah menjadi penting untuk dianalisis sebagai alternatif lain dalam menghadapi penurunan kualitas air permukaan dalam memenuhi kebutuhan pengairan. Kabupaten Rembang merupakan salah satu wilayah dengan potensi airtanah berupa mata air yang cukup besar, tercatat terdapat 60 sumber mata air dengan ketersediaan air sebesar 1.343,3 l/detik (Hidayat, 2013) dan beberapa diantaranya merupakan mata air karst. Tujuan dari penelitian ini yaitu : (1) untuk mengetahui kesesuaian kualitas airtanah untuk irigasi pada sebagian mata air di Kabupaten Rembang bagian selatan dan (2) untuk memberikan rekomendasi sebagian mata air yang dapat dimanfaatkan untuk irigasi. Metode yang digunakan yaitu dengan analisis kimia terhadap parameter total dissolve solid (TDS), daya hantar listrik (DHL), bicarbonate (HCO_3^-), chloride (Cl^-), sulfate (SO_4^{2-}), potasium (K^+), calcium (Ca^{2+}), dan magnesium (Mg^{2+}) terhadap 11 sampel dari mataair karst yang dianalisis laboratorium. Analisis menggunakan parameter physiochemical yaitu sodium percentage ($\text{Na}\%$ —19,87 hingga 67,2 meq/L) dan sodium absorbtion ratio (SAR —0,55 hingga 4,99 meq/L). Hasil lainnya yaitu melalui beberapa klasifikasi yaitu klasifikasi USSS (salinity) menunjukkan kelas C2S1 dan C2S3, dan wilcox diagram menunjukkan kelas excelent good, good to permisible, dan permisible to doubtful. Terdapat beberapa mata air yang dapat dimanfaatkan dengan kualitas baik untuk irigasi dengan kualitas baik berdasarkan hasil analisis kimia yaitu mata air Sumber Kajar, Brubulan, Sendang Gandri, Sumber Seribu, Sumber Semen, Sendang Gondang dan Sumberan. Mata air dengan kualitas buruk perlu dilakukan pengolahan air atau tanah ataupun dengan penyesuaian jenis tanaman.

Kata kunci : Kabupaten Rembang, kesesuaian irigasi, kualitas airtanah, mata air

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar belakang

Aktivitas pertanian tentu merupakan aktivitas yang sangat bergantung terhadap suplai air. Hal ini berkaitan dengan dibutuhkannya air untuk dapat menunjang kehidupan dari tanaman itu sendiri. Sehingga air merupakan salah satu aspek yang vital dalam menunjang pertanian. Tak kurang dari 70% penggunaan air saat ini digunakan untuk pemenuhan kebutuhan pertanian, terutama untuk irigasi (Chartzoulakis and Bertaki, 2015).

Berdasarkan jenisnya, secara hidrologi menurut Purnama (2010) air dapat dibedakan menjadi air hujan, air permukaan (sungai, danau dan rawa), dan juga airtanah. Masing-masing air tersebut memiliki proses pembentukan yang berbeda-beda. Sehingga karakteristik hidrokimianya juga tidak sama. Sebagai upaya dalam pemenuhan air untuk irigasi dibutuhkan air dengan karakteristik hidrokimia yang sesuai. Hal ini dikarenakan kualitas air yang buruk akan mempengaruhi kesehatan manusia dan juga akan berimbas buruk pada pertumbuhan tanaman (WHO, 2004; Nag and Gosh, 2013; dalam

Gnanachandrasamy *et al.*, 2015). Kualitas air ini ditentukan berdasarkan kondisi dan sifat fisiokimia dari air itu sendiri dan juga imbasnya terhadap produktivitas tanaman (Gnanachandrasamy *et al.*, 2015; Ettieb, *et al.*, 2015).

Air yang banyak dimanfaatkan untuk kepentingan pemenuhan untuk irigasi yaitu air yang bersumber dari air permukaan dan juga airtanah. Kedua sumber air ini digunakan karena memiliki kuantitas air tawar yang paling besar dibandingkan sumber air lainnya. Air permukaan memiliki persentase jumlah 3% dan airtanah memiliki persentase 96% dari jumlah total air tawar yang tersedia di alam (di luar es yang ada di kutub) (Purnama, 2010). Namun saat ini sebagian besar pemenuhan kebutuhan air permukaan masih cukup dominan, hal ini dikarenakan kemudahan mengakses dari sumber ini, termasuk dalam pemenuhan kebutuhan untuk irigasi areal pertanian. Namun demikian air permukaan memiliki kecenderungan rentan untuk tercemar, hal ini dikarenakan letaknya yang memungkinkan untuk mengalami kontak langsung dengan kondisi lingkungan di sekitarnya baik akibat proses alami maupun akibat aktivitas manusia yang mampu memicu proses degradasi kualitas air. Airtanah, baik berupa air yang bersumber dari akuifer maupun mata air yang bersumber dari struktur geologi memiliki kondisi relatif lebih baik karena letaknya yang tidak memungkinkan kontak langsung dengan lingkungan luar. Demikian, kualitas airtanah tentu ditentukan oleh berbagai faktor antara lain yaitu komposisi dari input air yang berasal dari presipitasi, kondisi geologi, karakteristik mineral dalam akuifer, dan juga proses geokimia yang terjadi pada akuifer (Murray, 1998; Rosen and Jones, 1998)

Pengukuran dan penentuan kesesuaian air untuk peruntukan tertentu dilakukan dengan mengukur beberapa parameter seperti parameter kimia, fisik, dan juga kandungan bakteri, yang di takar secara spesifik melalui metode yang telah terstandarisasi (Todd, 1980). Salah satu cara untuk penentuan kesesuaian kualitas air untuk irigasi dilakukan dengan mengetahui kadar ion garam dalam air. Hal ini dikarenakan salinitaslah yang akan berpengaruh terhadap optimalisasi pertumbuhan dari tanaman dan juga mengganggu tingkat kesuburan tanah (Ettieb, *et al.* 2015). Selain itu Todd (2010) juga menyebutkan bahwa kadar ion garam dalam air yang berlebih juga akan menyebabkan perubahan pada struktur tanah, permeabilitas tanah, dan aerasi, yang secara tidak langsung akan mengganggu pertumbuhan

tanaman. Walaupun parameter lain seperti alkalinitas, keasaman, besarnya nutrient dalam air, ataupun konsentrasi sodium juga dapat berpengaruh.

Kabupaten Rembang merupakan daerah yang secara peningkatan laju perekonomiannya masih disokong oleh sector pertanian terutama pada sub sektor pertanian tanaman pangan seperti padi dan palawija (RKPD Kabupaten rembang 2015, 2014). Demikian, ketergantungan akan kebutuhan air untuk pemenuhan air untuk pengairan cukup vital adanya. Walaupun demikian kondisi daerah yang juga rawan kekeringan ini pertaniannya masih banyak mengandalkan air hujan di sebagian besar wilayahnya, hal ini ditunjukkan dengan adanya 71,29% sawah tadah hujan. Selain itu hanya sebesar 28,71% yang sudah di aliri aliran irigasi dan bendungan, namun dari 25 daerah irigasi yang ada tidak semuanya di aliri air sepanjang tahun, yang sebagian besar saluran irigasi tersebut ditopang oleh air dari sungai. Namun demikian jumlah keterbatasan jumlah air menimbulkan permasalahan seperti penurunan produktivitas ekonomi wilayah. Diperlukan sebuah alternatif untuk dapat menjaga terpenuhinya air untuk irigasi yang secara kualitas, kuantitas dan kontinuitas dapat terjaga, salah satunya yaitu dengan memaksimalkan pemanfaatan airtanah karena Rembang merupakan daerah dengan potensi airtanah berupa mata air yang cukup baik dengan 60 sumber mata air dengan ketersediaan air debit total sebesar 1.343,3 l/detik (Hidayat, 2013). Berdasarkan Perda Kabupaten Rembang nomor 6 tahun 2011 tentang pengelolaan airtanah, pada pasal 17 ayat 3 disebutkan bahwa "*penyediaan air untuk memenuhi kebutuhan pokok sehari-hari dan irigasi bagi pertanian rakyat dalam sistem irigasi yang sudah ada merupakan prioritas utama penyediaan sumber daya air di atas semua kebutuhan*".

1.2. Rumusan masalah penelitian

Berdasarkan kondisi daerah Rembang yang telah disinggung sebelumnya tersebut, maka dapat dirumuskan pertanyaan penelitian yang mencakup, : 1) Bagaimana kesesuaian kualitas air dari sebagian mata air karst untuk irigasi?, 2) Bagaimana rekomendasi pemanfaatan mata air karst dalam pemenuhan air untuk irigasi?

1.3. Tujuan penelitian

Adapun dalam penelitian ini memiliki tujuan untuk mengetahui kesesuaian kualitas sebagian mata air untuk irigasi pada sebagian mata air karst di Kabupaten Rembang bagian selatan dan untuk

memberikan rekomendasi sebagian mata air karst yang dapat dimanfaatkan untuk irigasi.

1.4. Manfaat penelitian

Manfaat yang ingin dicapai dalam penelitian ini yaitu untuk memberikan alternatif lain dalam pengembangan sumberdaya mata air karst yang ada di Kabupaten Rembang sebagai sumber air irigasi alternatif.

II. METODOLOGI

Analisis kualitas mata air sebelumnya dilakukan dengan mengambil beberapa sampel airtanah yang bersumber dari mata air di Kabupaten Rembang, yang mencakup 11 sumber mata air yang diambil secara *purposive sampling*. Kesebelas mata air tersebut antara lain yaitu mata air Sumber Kajar, Brubulan, Picisan, Sendang gandri, Sumber Bitingan, Sumber seribu, Sumber Semen, Sendang Ngrojo, Sendang Gondang, Sendang Sami, dan Sumberan. Analisis kimia kemudian dilakukan melalui analisis laboratorium terhadap kesebelas sampel dengan parameter yang diuji mencakup, *total dissolve solid (TDS)*, *bicarbonate (HCO_3^-)*, *chloride (Cl^-)*, *sulfate (SO_4^{2-})*, *potasium (K^+)*, *calcium (Ca^{2+})*, dan *magnesium (Mg^{2+})*. Metode yang digunakan dalam analisis kesesuaian kualitas air dari mata air di sebagian mata air di kabupaten Rembang mencakup, :

1. Analisis sodium ($\text{Na}\%$)

Metode perhitungan sodium ($\text{Na}\%$) digunakan untuk mengetahui konsentrasi sodium. Sodium merupakan salah satu aspek penting untuk diketahui karena sodium nantinya yang akan bereaksi terhadap kondisi tanah yang nantinya akan mengurangi permeabilitas. Konsentrasi sodium ini dapat diketahui melalui :

$$\text{Na}\% = \frac{(\text{Na} + \text{K})100}{(\text{Ca} + \text{Mg} + \text{Na} + \text{K})}$$

*konsentrasi ion dalam *milliequivalent per liter*.

Berdasarkan nilai sodium yang didapat kemudian dilakukan klasifikasi kualitas air untuk kepentingan irigasi. Klasifikasi dilakukan dengan memanfaatkan klasifikasi dari Wilcox (1948) (tabel 1).

Tabel 1. Klasifikasi kualitas air untuk irigasi

Kelas Air	Persen Sodium ($\text{Na}\%$)
Excellent	<20
Good	20-40
Permissible	40-60
Doubtful	60-80
Unsuitable	>80

Sumber : Wilcox (1948)

2. Analisis Sodium adsorption ratio (SAR)

Sodium adsorption ratio (SAR) merupakan nilai yang nantinya akan menunjukkan hubungan langsung antara *sodium adsorption* oleh tanah. Nilai SAR dapat ditentukan dengan :

$$\text{SAR} = \frac{\text{Na}}{\sqrt{\frac{1}{2}(\text{Ca} + \text{Mg})}}$$

*konsentrasi ion dalam *milliequivalent per liter*.

Kemudian dari nilai tersebut dilakukan klasifikasi tingkat kesesuaian nilai SAR untuk kepentingan irigasi berdasarkan klasifikasi oleh Todd (1980) (tabel 2).

Tabel 2. Klasifikasi nilai SAR untuk Irigasi

SAR	Water Class
< 10	Excellent
10-18	Good
18-26	Fair
>26	Poor

Sumber : Todd (1980)

3. Analisis dengan USSL (*salinity*) Diagram

Klasifikasi ini baik digunakan untuk menjelaskan hubungan dan efek yang terjadi antara *salinity hazard* dengan *sodium hazard* melalui grafik USSL. Diagram klasifikasi ini dikeluarkan oleh US Salinity Laboratory Staff (1954) dari US Departement of Agriculture (USDA), yang kemudian membagi kelas air menjadi 16 kelas. Sedangkan berdasarkan *electrical conductivity* (EC)/ daya hantar listrik (DHL) kelas pembagi dilakukan pada rentang nilai 250, 750, dan 2250 $\mu\text{hos/cm}$, nilai ini dipilih sesuai dengan kondisi perubahan antara DHL dari air irigasi dengan DHL dari tingkat jenuh tanah (USSL Staff, 1954). Berdasarkan diagram USSL Staff ini dapat hubungan ditentukan konsentrasi total garam terlarut (*salinity hazard*) berdasarkan pola besaran DHL ataupun sebaliknya, sehingga nantinya akan didapati kelas C1, C2, C3, dan C4 yang

menunjukkan tingkat salinitas air (salinity hazard) dari rendah hingga sangat tinggi dan kelas berdasarkan tingkat konsentrasi sodium (sodium hazard) dari kelas S1, S2, S3, dan S4, yang menunjukkan kadar konsentrasi sodium dari rendah hingga sangat tinggi. Kemudian hasil hubungan keduanya akan menghasilkan tingkatan kesesuaian air untuk irigasi (tabel 3).

Tabel 3. Kualitas air untuk irigasi berdasarkan nilai USSL

C/S	S1	S2	S3	S4
C1	Baik	Sedang hingga Baik	Sedang	Sedang hingga buruk
C2	Sedang hingga Baik	Sedang	Sedang hingga buruk	Buruk
C3	Sedang	Sedang hingga buruk	Buruk	Sangat Buruk
C4	Sedang hingga buruk	Buruk	Sangat Buruk	Tidak dapat digunakan

Sumber : USSL Staf (1954)

4. Analisis dengan Diagram *wilcox*

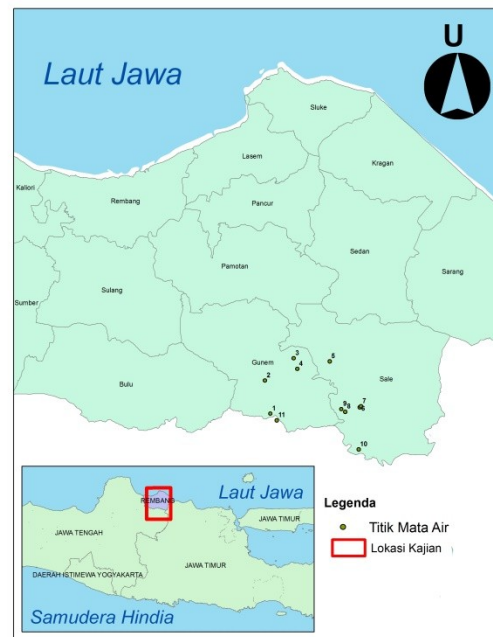
Kasifikasi kualitas air untuk irigasi dengan menggunakan data persentase sodium dan juga data DHL dapat ditunjukkan dengan baik melalui diagram Wilcox diagram. Selain itu diagram wilcox ini juga mampu menunjukan hubungan antara kecenderungan tingkat daya hantar listrik terhadap besaran konsentrasi sodium pada air. Daya hantar listrik menunjukan salinitas dan berkaitan dengan nilai total dissolved solids (TDS), semakin tinggi nilai salinitas maka menunjukan jumlah ion atau mineral terlarut semakin tinggi, kadar ion yang tinggi ini menunjukan kadar garam pada air yang tinggi. Kadar garam yang tinggi ini akan berbahaya bagi pertumbuhan tanaman secara fisik, hal tersebut terjadi akibat adanya kandungan racun yang terbentuk akibat proses metabolisme kimia atau modifikasi proses osmosis pada saat penyerapan air dalam tanah (Todd, 1990).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Deskripsi Wilayah Penelitian

Kabupaten Rembang terletak di Provinsi Jawa Timur, yang berbatasan dengan Kabupaten Blora di bagian selatan, Kabupaten Pati di bagian barat, Kabupaten Tuban di timur, dan juga laut jawa di bagian utara. Secara astronomis Kabupaten Rembang terletak pada 111° 00' - 111°30' Bujur

Timur dan 06°30'-07°06' Lintang Selatan (gambar 1). Luas Kabupaten Rembang sendiri yaitu 101.408 Ha dengan penggunaan terdiri dari tegalan (32,94%), hutan (23,45%), dan sawah tadah hujan (20,08%). Secara social Kabupaten Rembang memiliki jumlah penduduk sebanyak 611.495 jiwa, dengan kepadatan penduduk rata-rata 603 jiwa/km².



Gambar 1. Peta lokasi kajian

Daerah ini terdiri dari daerah daratan hingga perbukitan, di bagian selatan Kabupaten Rembang terdapat perbukitan dari pegunungan Kapur Utara, sedangkan di sebagian utara masuk dalam cagar alam Gunung Celing. Secara geologi Kabupaten Rembang terdiri dari beberapa formasi yaitu formasi Tawun, Ngrayong, Bulu, Wonocolo, Ledok, Mundu, Lidah, dan formasi Paciran. Dari beberapa formasi tersebut dapat dijumpai mata air pada Formasi Ledok, Formasi Mundu, Formasi Ngrayong, dan Formasi Wonocolo, Paciran. Dapat dikatakan bahwa bagian selatan dari Kabupaten Rembang ini memiliki potensi besar terhadap adanya mata air. Setidaknya terdapat sejumlah 60 titik sumber mata air di Kabupaten Rembang dan sebagian besar terdapat di bagian selatan (Dinas PU Bidang Sumberdaya Air Kab. Rembang 2010, dalam Hidsayat, 2013) dengan debit total 1.343,3 l/detik (Hidayat, 2013). Beberapa mata air yang dijadikan sebagai sampel dalam penelitian ini yaitu mencakup mata air Sumber Kajar, Brubulan, Picisan, Sendang Gandri, Sumber Bitingan, Sumber Seribu, Sumber Semen, Sendang Ngrojo, Sendang Gondang,

Sendang Sami, dan Sumberan yang terletak di sebagian wilayah Kecamatan Gunem dan Sale.

3.2. Hasil

Berdasarkan hasil pengambilan sampel 11 mata air yang kemudian di lakukan uji laboratorium, di

dapati hasil nilai kation dan anion dalam meq/liter (tabel 4). Berdasar data analisis laboratorium ini nantinya akan dihasilkan analisis-analisis selanjutnya.

Tabel 4. Hasil analisis laboratorium kation dan anion 11 mata air

No	Mataair	Kation (meq/l)			Anion (meq/l)				Suhu (°C)	DHL (μS/cm)	TDS (mg/l)
		Na	K	Ca	Mg	HCO ₃	Cl	SO ₄			
1	Sumber Kajar	2,006655	2,095002	5,4989	2,54944	0,118008	0,9024	0,012492	25	588	393
2	Brubulan	2,055375	2,117512	5,89882	1,72704	0,101618	1,0716	0,01041	25,8	572	421
3	Picisan	3,420405	2,385591	8,59828	1,72704	0,136037	1,2408	0,09369	26,1	853	568
4	Sendang Gandri	4,25169	4,721556	7,19856	1,39808	0,116369	1,41	0,089526	25,9	678	453
5	Sumber Bitingan	10,0559	6,422371	7,69846	0,4112	0,119647	0,9588	0,079116	26	831	554
6	Sumber Seribu	2,485155	2,134139	5,19896	5,18112	0,108174	1,5228	0,002082	25,8	551	476
7	Sumber Semen	1,942275	2,034889	5,39892	6,08576	0,111452	0,6768	0,004164	25,6	513	450
8	Sendang Ngrojo	5,298735	5,952466	8,39832	6,90816	0,103257	8,4036	0,008328	26	1333	990
9	Sendang Gondang	9,87363	6,027671	7,09858	4,35872	0,109813	3,5532	0,03123	25,9	616	706
10	Sendang Sami	2,412075	1,62126	8,19836	5,7568	0,150788	1,4664	0,16656	25,9	943	679
11	Sumberan	1,208865	1,231677	5,39892	4,44096	0,13112	0,4512	0,039558	26	696	463

Analisis dilakukan dengan terhadap *sodium adsorption ratio* (SAR) pada 11 sampel air dari mata air. Berdasarkan dari hasil perhitungan menggunakan nilai Na, Ca, dan Mg. Maka didapati kelas SAR dengan rentang nilai rata-rata yaitu 1,82. Nilai rentang terendah yaitu pada mata air Sumberan dengan nilai SAR 0,55 sedangkan nilai tertinggi terdapat pada mata air Sumber Bitingan dengan nilai 4,99. Besaran rentang nilai rasio sodium ini berdasarkan klasifikasi Todd (1980) merupakan air dengan kualitas yang sangat baik untuk irigasi (tabel 5). Sehingga berdasarkan nilai SAR ini mata air di 11 sumber tidak akan merusak struktur tanah, sehingga tetap mampu mengoptimalkan pertumbuhan tanaman. Hal ini dikarena adsorpsi sodium oleh tanah sangat rendah, sehingga bahaya akan Na atau alkali tidak terjadi secara signifikan sehingga masih baik.

Tabel 5. Nilai Sodium Adsorption Ratio (SAR)

No	Mata Air	SAR	Kelas
1	Sumber Kajar	1,00031	Excellent
2	Brubulan	1,052596	Excellent
3	Picisan	1,505361	Excellent
4	Sendang Gandri	2,050748	Excellent
5	Sumber Bitingan	4,993837	Excellent
6	Sumber Seribu	1,090858	Excellent
7	Sumber Semen	0,810525	Excellent
8	Sendang Ngrojo	1,915356	Excellent
9	Sendang Gondang	4,125254	Excellent
10	Sendang Sami	0,913142	Excellent
11	Sumberan	0,545002	Excellent

Apabila nilai SAR ini tinggi maka akan menyebabkan terjadinya pergantian ion dominan dalam air yaitu Mg dan Ca, yang tergantikan oleh

ion Na. Apabila dominasi Na lebih besar maka kemampuan tanah dalam membentuk agregat-agregat yang stabil menjadi semakin rendah. Selain itu tingkat SAR yang tinggi mampu menyebabkan penurunan kemampuan infiltrasi tanah akibat tertutupnya pori dan pengkerakan oleh lempung, sehingga mampu mengganggu suplai air masuk untuk tanaman atau disebut kondisi sodisitas.

Sedangkan berdasarkan persentase sodium (%Na) terhadap 11 sampel mata air yang di dapat melalui perhitungan menggunakan nilai besaran ion Na, K, Ca, dan Mg. Berdasarkan hasil perhitungan tersebut di dapat rentang nilai persenbtase sodium yaitu antara 19,87% hingga 67,02%. Berdasarkan nilai tersebut ke-11 mata air ini masuk dalam kriteria irigasi *excellent* (sangat baik) hingga *doubtful* (meragukan) (tabel 6).

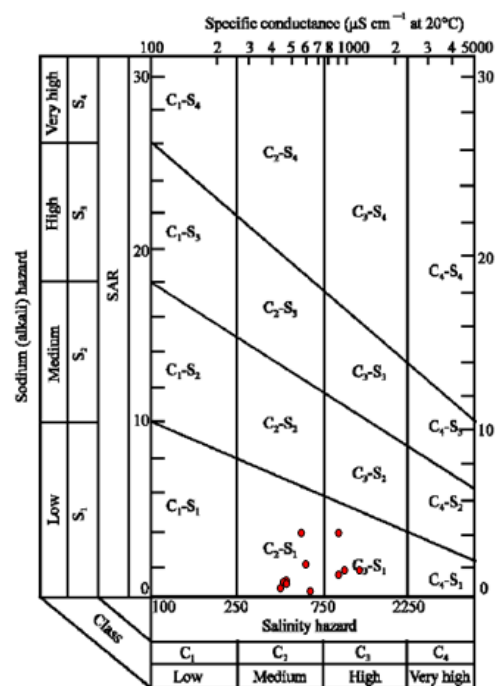
Tabel 6. Nilai persentase sodium

No	Mata Air	%Na	Kelas
1	Sumber Kajar	33,76	Good
2	Brubulan	35,37	Good
3	Picisan	35,99	Good
4	Sendang Gandri	51,07	Permissible
5	Sumber Bitingan	67,02	Doubtful
6	Sumber Seribu	30,80	Good
7	Sumber Semen	25,72	Good
8	Sendang Ngrojo	42,37	Permissible
9	Sendang Gondang	58,12	Permissible
10	Sendang Sami	22,42	Good
11	Sumberan	19,87	Excellent

Beberapa mata air yang baik dan masih dapat dimanfaatkan untuk keperluan irigasi yaitu mata air Sumber Kajar, Brubulan, Picisan, Sumber Seribu, Sumber Semen, dan Sumberan. Sedangkan mata air lainnya seperti mata air Sendang Gandri, Sumber Bitingan, Sendang Ngrojo, dan sendang Gondang memiliki kualitas yang kurang baik untuk pemenuhan air untuk air irigasi. Hal ini dikarenakan kadar sodium yang termasuk tinggi memungkinkan untuk air dapat mengganggu pertumbuhan tanaman. Sehingga akan lebih baik apabila air demikian disesuaikan dengan tanaman yang lebih toleran terhadap kadar sodium yang cukup besar.

Klasifikasi USSL yang dikeluarkan oleh USDA ini nantinya akan menunjukkan pengaruh salinitas dan

juga pengaruh dari sodium yang membahayakan terutama untuk tanaman, karena peruntukan klasifikasi USSI ini yaitu untuk memberikan rekomendasi kualitas air yang sesuai dengan kepentingan irigasi, yang dilihat dari dua parameter yaitu kadar *sodium adsorption ratio* (SAR) dan juga daya hantar listrik (DHL) yang menunjukkan salinitas. Berdasarkan hasil plotting pada grafik klasifikasi USSL menunjukkan bahwa terdapat dua tipe kualitas air dari 11 sampel air yang diambil dari mata air (gambar 2).



sample mata air

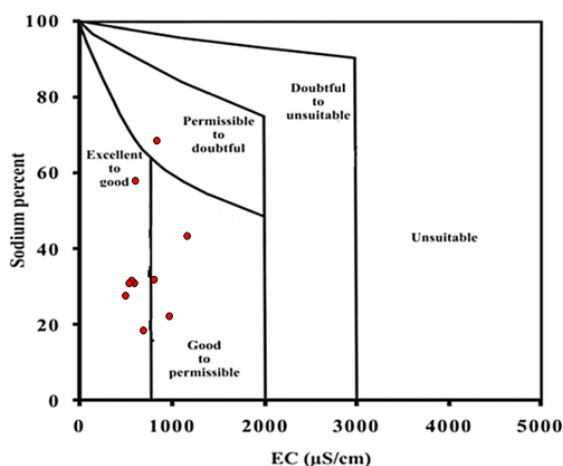
Gambar 2. Klasifikasi 11 mata air berdasarkan diagram USSL (*salinity*)

Sumber : US Salinity Laboratory Staff (1954)

Kelas pertama yaitu kelas C2S1 dan kedua yaitu kelas C3S1. Kelas C2S1 mencakup sampel air yang diambil dari mata air Sumber Kajar, Brubulan, Sendang Gandri, Sumber Seribu, Sumber Semen, Sendang Gondang, dan mata air Sumberan. Tujuh mata air ini memiliki kualitas mata air yang tergolong baik, hal ini dikarenakan pada mata air ini kondisi salinitasnya tergolong sedang sehingga tidak berpotensi secara signifikan untuk mengganggu proses perkembangan tanaman, sedangkan untuk potensi gangguan sodium pada tanah juga rendah. Sedangkan untuk kualitas air yang masuk pada kelas C3S1 memiliki kualitas yang lebih rendah jika

dibandingkan dengan C2S1, hal ini dikarenakan adanya perbedaan pada kondisi salinitas airnya, pada kelas ini ion-ion garam terlarut jumlahnya lebih besar sehingga kondisi salinitasnya meningkat melebihi 750 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Hal ini tentu mulai akan mengganggu kondisi tanah yang secara tidak langsung akan berimbas pada tanaman dan akan bersifat *toxic* apabila terakumulasi dalam jumlah yang besar. Tanaman dengan tingkat toleransi salinitas rendah akan cenderung mendapatkan dampak yang signifikan.

Tak jauh berbeda dengan klasifikasi yang dikeluarkan oleh Wilcox (1955) kualitas air yang diambil dari mata air ini dibagi menjadi beberapa jenis kualitas, namun hanya di dasarkan atas persentase sodium dan juga DHL menunjukkan air dengan beberapa kelas yaitu kelas sangat baik hingga baik/ *excellent to good* (sampel air dari mata air Sumber Kajar, Brubulan, Sendang Gandri, Ssumber Seribu, Sumber Semen, Sendang Gondang, dan Sumberan), kelas baik hingga kualitas sedang dan masih diperbolehkan untuk digunakan/ *good to permissible* (sampel dari mata air Picisan, Sendang Ngrojo, dan Sendang Sami), dan kelas sedang hingga buruk sehingga dianjurkan untuk tidak digunakan/ *permissible to doubtful* (sampel yang diambil dari mata air Sumber Bitingan) (gambar 3).



sampel mata air

Gambar 3. Klasifikasi 11 mata air berdasarkan diagram Wilcox
 Sumber : Wilcox (1955)

Berdasarkan hasil analisis terhadap 11 sampel air dari 11 mata air di sebagian daerah Kabupaten Rembang ini didapati beberapa mata air yang airnya dapat dimanfaatkan untuk keperluan irigasi. Pengelompokan ini di dasarkan atas penggabungan

dari klasifikasi sebelumnya yang telah di analisis, seperti klasifikasi SAR, %Na, USSSL, dan juga menggunakan klasifikasi Wilcox. Tujuannya yaitu untuk menunjukan mata air yang dapat dimanfaatkan secara optimal untuk peruntukan irigasi dan tidak menimbulkan permasalahan bagi tanaman berdasarkan beberapa parameter yang telah diujikan. Sehingga menghasilkan pengelompokan mata air dengan kualitas baik, sedang, dan buruk untuk peruntukan irigasi (tabel 7).

Mata air yang berada di sebagian Rembang yang mencakup Sumber Kajar, Brubulan, Sendang Gandri, Sumber Seribu, Sumber Semen, Sendang Gondang, dan mata air Sumberan memiliki kualitas air yang baik dan sesuai apabila dimanfaatkan untuk kepentingan irigasi pertanian. Hal ini dikarenakan tujuh mata air ini tidak berpotensi secara signifikan dalam mengurangi kemampuan tanah dalam menunjang pertumbuhan tanaman. Sedangkan mata air Picisan, Sendang ngrojo, dan Sendang Sami termasuk dalam kualifikasi air dengan kualitas air untuk irigasi sedang, karena memiliki potensi bahaya salinitas yang cukup tinggi. Namun dengan pengelolaan tanah yang sesuai kadar salinitas ini dapat di kurangi, dan mata air ini masih bisa dimanfaatkan secara optimal. Selain itu pemanfaatan air untuk tanaman yang lebih toleran terhadap air dengan salinitas yang tinggi juga dapat dijadikan sebagai solusi.

Namun untuk mata air Sumber Bitingan peruntukan mata air untuk irigasi tidak dianjurkan, karena kadar salinitas yang tinggi. Kondisi ini tentu mampu menyebabkan tanaman kekurangan akan air, karena kecenderungan ion garam yang lebih dominan dalam fluida. Kondisi ini tentu akan berpengaruh terhadap hasil panen yang berkurang ataupun memperlama masa panen tanaman. Namun toleransi setiap tanaman akan berbeda terhadap kondisi salinitas, seperti penelitian yang dilakukan oleh Ayers (1977) yang menunjukan tanaman gandum akan mengalami pengurangan produktivitas sebanyak 25% pada tingkat salinitas 870 S/cm, sedangkan untuk tanaman kentang akan mengalami penurunan produktivitas yang sama hanya dengan tingkat salinitas 250 S/cm. Sehingga perlu diperhatikan jenis tanaman yang akan ditanam dengan model irigasi seperti pada air yang bersumber dari mata air dengan kondisi salinitas yang tinggi.

Tabel 7. Hasil kesesuaian kualitas 11 mata air untuk irigasi

No	Mataair	kelas USSL	Keterangan	Sodium Hazard	Salinity Hazard	Kelas Wilcox	Kualitas Air Irigasi
1	Sumber Kajar	C2S1	Baik hingga Sedang	Rendah	Sedang	Excelent to Good	Baik
2	Brubulan	C2S1	Baik hingga Sedang	Rendah	Sedang	Excelent to Good	Baik
3	Picisan	C3S1	Sedang	Rendah	Tinggi	Good to Permisible	Sedang
4	Sendang Gandri	C2S1	Baik hingga Sedang	Rendah	Sedang	Excelent to Good	Baik
5	Sumber Bitingan	C3S1	Sedang	Rendah	Tinggi	Permissible to Doubtful	Buruk
6	Sumber Seribu	C2S1	Baik hingga Sedang	Rendah	Sedang	Excelent to Good	Baik
7	Sumber Semen	C2S1	Baik hingga Sedang	Rendah	Sedang	Excelent to Good	Baik
8	Sendang Ngrojo	C3S1	Sedang	Rendah	Tinggi	Good to Permisible	Sedang
9	Sendang Gondang	C2S1	Baik hingga Sedang	Rendah	Sedang	Excelent to Good	Baik
10	Sendang Sami	C3S1	Sedang	Rendah	Tinggi	Good to Permisible	Sedang
11	Sumberan	C2S1	Baik hingga Sedang	Rendah	Sedang	Excelent to Good	Baik

IV. KESIMPULAN

4.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis terhadap kesebelas mat air yang ada di sebagian Kabupaten rembang, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Mata air yang memiliki kualitas air yang baik dan dapat dimanfaatkan secara optimal untuk irigasi yaitu mencakup mata air Sumber Kajar, Brubulan, Sendang Gandri, Sumber Seribu, Sumber Semen, Sendang Gondang, dan mata air Sumberan. Selain itu untuk mata air Picisan, sendang Ngrojo, dan Ssendang Sami memiliki kualitas air untuk irigasi yang masuk dalam kelas sedang karena memiliki kondisi salinitas yang cukup tinggi. Sedangkan untuk mata air Sumber Bitingan masuk dalam kualitas air yang buruk untuk kepentingan irigasi karena mengandung salinitas yang tinggi sehingga berbahaya bagi tanaman dan mampu menurunkan produktivitas tanaman.
2. Daerah dengan potensi mata air dengan kualitas yang baik dapat dimanfaatkan secara optimal untuk kepentingan irigasi. Sedangkan pada mata air dengan kondisi salinitas yang

cukup tinggi bisa dilakukan proses pengolahan tanah ataupun air terlebih dahulu untuk mengurangi kadar garam yang terlarut, ataupun dapat dilakukan penyesuaian jenis tanaman agar penurunan produktivitas tanaman tidak terjadi secara signifikan. Jenis tanaman yang toleran mampu bertahan pada kondisi suplai air yang lebih salin. Apabila dipaksakan pada tanaman tertentu maka akan terjadi penghambatan pertumbuhan tanaman atau akan membuat tanaman mati.

4.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang dicapai perlu beberapa tambahan sebagai penguat bahwa sebagian air irigasi di Kabupaten Rembang ini benar-benar dapat dimanfaatkan untuk kepentingan irigasi seperti penelitian terkait kuantitas mata air yang mencakup debit dan ketersediaannya agar nantinya dapat menjadi rekomendasi mata air mana saja yang dapat dimanfaatkan secara optimal untuk irigasi baik secara kualitas ataupun kuantitasnya. Selain itu perlu dilakukan uji terhadap ion-ion minor atau

pencemar pada tiap-tiap mata air agar secara kualitas dapat dikaji secara lebih lengkap.

DAFTAR PUSTAKA

Ayers, R.S., 1997, *Jour. of the Irrig. And Drain. Div*, ASCE. Vol 103, No. IR2, pp. 140.

Chartzoulakis, Konstantinos and Bertaki, Maria, 2015, Sustainable Water Management in Agriculture Under Climate Change, *Agriculture and Agricultural Science Procedia* 4: 88 – 98

Ettieb, S., Cherif, S., and Tarhouni, J., 2015, Hydrochemical Assessment of Water Quality for Irrigation: A Case Study of the Medjerda River in Tunisia, *Appl Water Sci*. Springer.

Gnanachandrasamy, G., Ramkumar, T., Venkatramanan, S., Vasudenvan, S., Chung, S.Y., and Bagyaraj, M., 2015, Accessing groundwater quality in lower part of Nagapattinamdistrict, Southern India: using hydrogeochemistry and GIS Interpolation techniques, *Appl Water Sci* 5:39–55.

Hidayat, Guswakhid, 2013, Kajian Optimalisasi dan Strategi Sumber Daya Air di Kabupaten RembangJawa Tengah, *Thesis*, Program Magister Ilmu Lingkungan Pasca Sarjana universitas Diponegoro. Semarang : UNDIP.

Murray, K.S., 1996, Hydrology and Geochemistry of Thermal Waters in The Upper Napa Valley, California, *Ground Water* 34:1115–1124

Pemerintah Daerah Kabupaten Rembang. 2014. *Rencana Kerja Pemerintah Daerah (RKPD) Kabupaten Rembang Tahun 2015*. Rembang : Pemerintah Kabupaten Rembang.

Peraturan Daerah Kabupaten Rembang Nomor 6 Tahun 2011 Tentang Pengelolaan Airtanah.

Purnama, Setyawan, 2010, *Hidrologi Airtanah*, Yogyakarta : Penerbit Erlangga.

Rosen, M., and Jones, S., 1998, Controls on The Chemical Composition of Ground Water from Alluvial Aquifers in The Wanaka and Wakatipu Basins, CentralOtago, NewZealand, *Hydrogeol J*6:264–281.

Todd,D.K., 1980, *Ground Water Hydrology*, John Willey and Sons Inc : New York

US Salinity Laboratory Staff, 1954, Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils : US Departementr of Agriculture (USDA), *Handbook No. 60*, pp:160.

Wilcox, L.V., 1955, *Clasification and Use of Irrigation Use*, US. Dept. Agric. Circ. 969. Washington, D.C., 40 pp.

Rancang Bangun IPAL Industri Kecil Tekstil (Studi Kasus Industri Kecil Washing Jean di Pekalongan)

Misbachul Moenir

Balai Besar Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri
Jl. Ki Mangusarkoro 6 Semarang
mismoen@yahoo.co.id

Djarwanti

Balai Besar Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri
Jl. Ki Mangusarkoro 6 Semarang
wanti235@yahoo.co.id

ABSTRAK

Industri washing jean di Kabupaten Pekalongan sebagian besar merupakan industri kecil menengah (IKM) dengan jumlah sekitar 125 unit usaha dengan kapasitas produksi 2,203,000 potong/bulan. Permasalahan yang dihadapi oleh industri ini adalah seringnya terjadi pencemaran lingkungan yang diakibatkan oleh air limbahnya. Sampai saat ini hampir seluruh industri jean wash belum memiliki IPAL. Diperkirakan jumlah air limbah industri washing jean di Kabupaten Pekalongan sebesar 1.141 m³/hari.

Rancang bangun ini dilakukan untuk memberikan alternatif pengolahan air limbah yang mudah dan murah bagi pengusaha IKM washing jean. Teknologi yang dipilih adalah gabungan antara Anaerobic Buffled Reactor (ABR) dan Aerobic Filter (AF). IPAL yang direncanakan dengan debit 3 m³/hari. Dari hasil percobaan laboratorium menunjukkan bahwa efisiensi penurunan COD optimal 84,8 %. dengan waktu tinggal 120 jam. Berdasarkan data laboratorium diatas dan perhitungan direncanakan unit IPAL dengan volume 12,8 m³, debit 3 m³/hari, HRT 102,2 jam, OLR 0,535 g COD/L/hari. Dimensi bak-bak adalah panjang 360 cm, lebar 125 cm dan kedalaman kompartemen I 295 cm, kompartemen II 285 cm, kompartemen III 275 cm

Kata kunci : *IKM washing jean, pencemaran lingkungan, rancang bangun IPAL, ABR-AF*

I. PENDAHULUAN

Industri jean yang meliputi industri jean konveksi dan industri washing jean (pencucian dan pewarnaan jean) di Kabupaten Pekalongan saat ini berkembang sangat pesat. Tahun 2011 terdapat 301 industri jean yang terdiri dari 176 industri konveksi jean dan 125 industri washing jean dengan produksi mencapai sebanyak 2.203.000 potong per bulan dengan nilai produksi perbulan Rp 91.792.000.000,-. Tenaga kerja yang terserap pada industri jean ini adalah 3.313 orang. Pusat industri washing jean berada di tiga Kecamatan, yaitu Kecamatan Bojong, Buaran, Kedungwuni, dan Wonopringgo. (Disperindagkop dan UMKM, Kabupaten Pekalongan, 2012).

Saat ini industri konveksi jean relatif tidak mempunyai permasalahan yang berarti hanya faktor merk dagang dan pemasaran saja yang membutuhkan fasilitas dari pemerintah, sedang untuk industri washing jean memiliki permasalahan yang cukup krusial yaitu terjadinya pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh air limbahnya. Beberapa kasus pencemaran lingkungan yang telah

terjadi di kabupaten Pekalongan, seperti Babalan Kidul tahun 2008 telah mencemari sawah dan sumur penduduk, dan akhir-akhir ini di kecamatan Bojong, Wonopringgo dan Kedungwuni telah terjadi protes dan penolakan warga atas keberadaan industri washing jean tersebut.

Sampai saat ini hampir seluruh industri jean wash di kabupaten Pekalongan belum mengolah air limbahnya dan hanya beberapa industri yang dilengkapi dengan pengolahan air limbah yang sangat sederhana. Air limbah yang ada hanya ditampung dalam bak penampung dengan kapasitas rata-rata hanya muat untuk satu hari produksi dan masif. tidak ada pengolahan dalam bak-bak tersebut. Jika air limbah sudah melebihi kapasitas bak penampung maka air limbah ini akan meluap. Luapan ini dialirkan ke tanah pekarangan di sekitar tempat usaha untuk diresapkan atau dialirkan ke got atau saluran air sekitar rumah. Diperkirakan jumlah air limbah industri washing jean di Kabupaten Pekalongan sebesar 1.141 m³/hari, dan air limbah ini apabila tidak dikelola dengan baik dan benar akan menimbulkan pencemaran lingkungan dan bahkan dibeberapa kecamatan seperti Bojong,

Wonopringgo dan Kedungwuni sudah terjadi penolakan dan protes oleh masyarakat.

Dari hasil analisa yang telah dilakukan didapatkan karakteristik air limbah industri washing jean di kabupaten Pekalongan adalah BOD berkisar antara 80 – 350 mg/l, COD 300 – 1.500 mg/l, TSS 100 – 400 mg/l, pH 8,0 – 10,5 dan fenol 0 – 0,34 mg/l, sulfida < 0,002 – 4,178 mg/l dan warna keruh kebiruan. Ditinjau dari Baku Mutu Air Limbah menurut Peraturan Pemerintah Provinsi Jawa Tengah Nomor 5 Tahun 2014, air limbah tersebut belum memenuhi baku mutu sehingga diperlukan pengolahan sebelum dibuang ke lingkungan.

Sebagian besar industri washing jean di Kabupaten Pekalongan belum memilikinya pengolahan air limbahnya (IPAL), dikarenakan rendahnya pengetahuan akan teknologi pengolahan air limbah dan tingginya biaya operasional pengolahan fisika-kimia yang diterapkan pemerintah sebagai IPAL percontohan. Untuk itu pemilihan alternatif pengolahan air limbah yang akan digunakan dengan pertimbangan teknologi yang sederhana, mudah dan murah operasionalnya yaitu gabungan teknologi Anaerobic Buffle Reactor (ABR) dan Wetland. Teknologi ABR-Wetland ini dipilih karena sesuai untuk kondisi IKM, mengingat disainnya sederhana tanpa teknik pemisahan yang khusus, tanpa bahan isian, tidak ada bagian bergerak dan tidak ada pencampuran mekanik, struktur yang unik dari reaktor menyebabkan terjadinya pembagian acidogenesis dan methanogenesis, tidak membutuhkan media untuk tempat pertumbuhan bakteri dan mempunyai kemampuan untuk mengolah air limbah dengan efisiensi tinggi dan waktu yang lebih cepat.

Anaerobic Buffle Reactor (ABR) adalah reaktor anaerobik generasi ketiga yang diteliti oleh Mc. Carty, merupakan salah satu jenis pengolahan suspended growth yang memanfaatkan sekat (baffle) dalam pengadukan yang bertujuan memungkinkan terjadinya kontak antara air limbah dan biomass. ABR mempunyai desain yang sederhana dengan HRT yang rendah, dapat menghasilkan biogas, tidak menimbulkan bau dan lainnya (John, F.K., Penasar, P.S., and Rajesh, G. , 2006). Pengolahan ini adalah pengolahan yang murah dari segi operasional sebab tidak diperlukan penggunaan energi listrik, memiliki efisiensi penghilangan bahan organik yang cukup tinggi, namun memiliki efisiensi pedatan tersuspensi yang kurang baik yaitu sekitar 40 – 70 % (Purwanto, E., 2008).

Anaerobic Filter (AF) adalah suatu bioreaktor dengan biokatalis yang menempel (tidak bergerak)

baik pada media filter yang tetap maupun menempel satu sama lainnya (Savaran, V. and Sreekrishnan, T.R., 2008). Anerobic Filter merupakan pengolahan yang cocok untuk mengolah air limbah dengan beban cemaran yang rendah sehingga diperlukan pengolahan awal sebelum pengolahan dengan AF. Peranan biofilter dalam hal meningkatkan efisiensi pengolahan air limbah terlihat nyata berbeda dibandingkan pengolahan tanpa menggunakan biofilter dengan waktu tinggal yang sama. Menurut Herlambang, A, 2008, efisiensi pengolahan dengan AF mampu menurunkan beban BOD antara 53,3 – 91,4 % dan beban COD antara 61,2 – 85,8 % dengan waktu tinggal 1 – 7 hari.

Penelitian ini bertujuan untuk memberikan alternatif pengolahan air limbah industri washing jean dengan menggunakan sistem biologi anaerobic Buffle Reactor (ABR) dan Anaerobic Filter (AF) dengan menggunakan media filter pada AF berupa bioball dari plastik.

II. METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di laboratorium Balai Besar Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri mulai Maret s/d Oktober 2013.

Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini data yang dikumpulkan berupa pengambilan contoh air limbah industri kecil tekstil washing jean di Pekalongan. Air limbah yang digunakan sebagai bahan penelitian diambil dari bak penampung yang sudah ada yang diasumsikan telah memiliki karakteristik yang sama dan data analisis kualitas air limbah yang diambil dari influen dan effluen. Pengambilan contoh uji dilakukan setiap hari selama 15 hari.

Rancangan Penelitian

Perencanaan unit pengolahan air limbah industri tekstil washing jean ini menggunakan sistem ABR yang dikombinasikan dengan wetland. Reaktor ABR dan wetland terbuat dari fiber glas. Debit yang direncanakan adalah 30 lt/hari dengan waktu retensi selama 1 - 5 hari.

Kriteria desai yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

Efisiensi	= 5 – 90 %
HRT	= 1 - 5 hari
OLR	= 100 – 1.500 mg/l/hari

Perhitungan dalam rancangan reaktor menggunakan persamaan menurut Metcalf and Eddy, (2008)

a. Volume reaktot ABR

$$V = Q \cdot t_d$$

$$V = 30 \text{ l/hr} \times \frac{5 \text{ hari}}{24 \text{ jam}}$$

$$V = 150 \text{ lt}$$

Jumlah kompartemen yang dibutuhkan :
 Volume reaktor

$$n = \frac{\text{Volume reaktor}}{\text{Volume kompartemen}}$$

$$n = \frac{150 \text{ lt}}{43 \text{ lt}} = 3,58$$

≈ 4 kompartemen.

b. Hydraulic Retention Time (HRT)

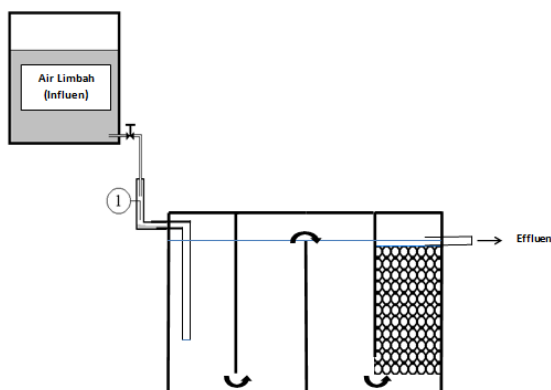
$$\text{HRT} = V/Q$$

$$= 150 \text{ lt}/30 \text{ lt/hr} \times 24 \text{ jam} = 120 \text{ jam}$$

II. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

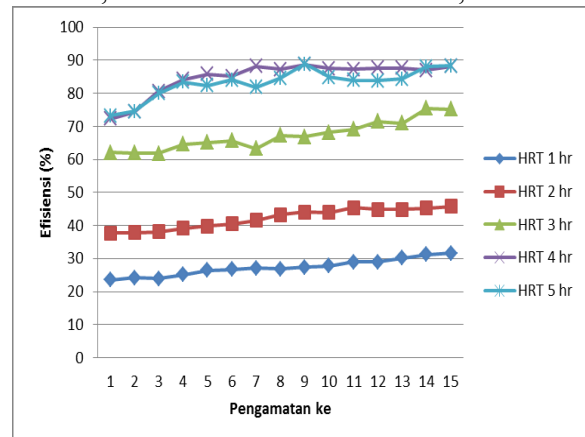
Air limbah yang digunakan sebagai bahan penelitian diambil dari bak penampung dari salah satu industri washing jean CV. ABC Laundry di Pekalongan Karakteristik air limbah tersebut adalah BOD antara 149,8 – 1.308 mg/l, COD antara 893,5 – 3.674 mg/l, TSS antara 59 – 224 mg/l, sulfida antara < 0,002 – 17,32 mg/l dan fenol antara 0,062 – 1,590 mg/l.

Sebelum pengolahan dilakukan, air limbah diaklimatisasi dalam ABR dan media AF selama 1 minggu, dan untuk menjaga agar algae tidak tumbuh maka reaktor ABR dan AF tersebut diberi cat warna hitam agar supaya terhindar dari sinar matahari.

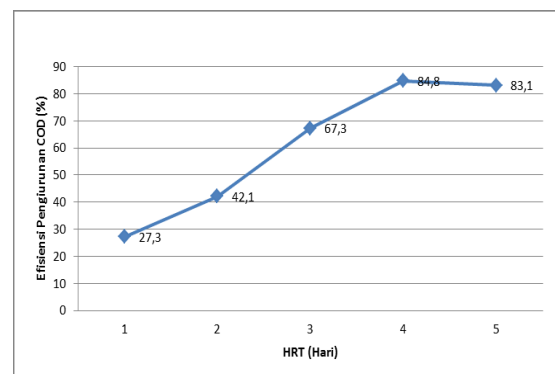


Gambar 1. Reaktor ABR dan AF

Dari gambar 1 diatas menunjukkan bahwa nilai efisiensi penurunan beban cemaran COD semakin meningkat sejalan dengan semakin meningkatnya waktu HRT. Rata-rata efisiensi penurunan COD dengan HRT 1 hari adalah 27,3% HRT 2 hari adalah 42,1%, HRT 3 hari adalah 67,3%, HRT 4 hari adalah 84,8% dan HRT 5 hari adalah 83,1%.



Gambar 2. Efisiensi penurunan COD pada berbagai HRT



Gambar 3 . Rata-Rata Efisiensi Penurunan COD pada berbagai HRT

Dari gambar 2 menunjukkan bahwa penurunan beban cemaran COD dari air limbah industri tekstil washing jean dengan ABR dan AF optimal didapat pada HRT 4 hari yaitu 84,8 %.

Perencanaan Pilot plant Reaktor ABR dan AF Skala Lapangan

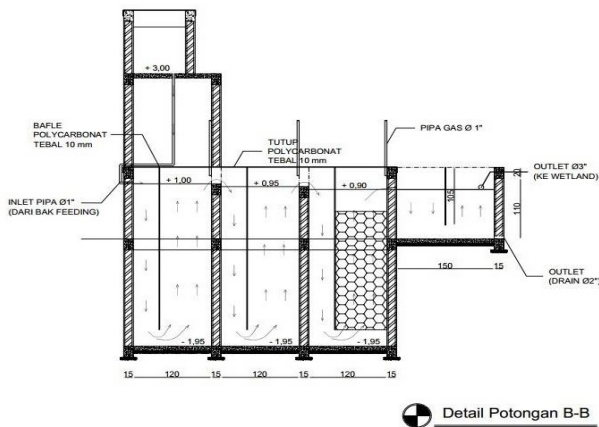
Berdasarkan data penelitian laboratorium diatas maka dibuat perencanaan pilot plant reaktor ABR dan AF untuk diterapkan di industri. Reaktor ABR dan AF yang digunakan adalah bangunan beton dan sebagai media pada reaktor AF adalah bioball terbuat dari plastik.

Kriteria desain pilot plant reaktor ABR dan AF

skala adalah debit 3 m³/hari, HRT 120 jam, volume 12 m³, jumlah kompartemen 3 buah dan OLR 0,571 g COD/L/hari

Hasil perhitungan rancangan Reaktor ABR dan AF sebagai berikut :

Volume	= 12,8 m ³
Debit	= 3 m ³ /hari
Panjang	= 360 cm
Lebar	= 125 cm
Kedalamam	=
Kompartemen 1	: 295 cm
Kompartemen 2	: 285 cm
Kompartemen 3	: 275 cm
HRT	= 102,2 jam
OLR	= 0,535 g COD/L/hari



Gambar 4. Hasil rancangan IPAL IKM washing jeans

Dari hasil perhitungan rancangan reaktor ABR dan AF pada skala pilot plant dibandingkan dengan kriteria desainnya masih memenuhi

IV. KESIMPULAN

Dari hasil percobaan laboratorium pengolahan air limbah industri washing jeans dengan ABR dan AF dengan debit 30 L/hari dan variasi HRT 1 – 5 hari menunjukkan efisiensi penurunan COD sebesar 27,3% - 84,8%. Efisiensi penurunan COD tertinggi terjadi pada hari ke 4 sebesar 84,8% yang mampu menurunkan COD dari 1.141 mg/L menjadi 172,8 mg/L. Bila dibandingkan dengan baku mutu air limbah industri tekstil, effluen masih belum memenuhi baku mutu sehingga pengolahan dengan ABR dan AF tersebut masih perlu dilanjutkan dengan pengolahan yang lain, misalnya wetland, fotokatalitik dan sebagainya.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih ini peneliti tujukan kepada semua pihak khususnya BPKIMI, Kementerian Perindustrian dan para pembantu peneliti yang telah membantu penelitian ini dari awal hingga akhir.

Daftar Pustaka

- Disperindagkop dan UMKM, Kabupaten Pekalongan, 2012, Potensi Industri di Kabupaten Pekalongan, . Disperindagkop dan UMKM, Kabupaten Pekalongan.
- Herlambang,A, 2008, Pengaruh Pemakaian Biofilter Struktur Sarang Tawon pada Pengolahan Limbah Organik Sistem Kombinasi Anaerob-Aerob, Jurnal Teknologi Lingkungan, Vol. 2 No. 1, pp 28-36.
- John, F.K., Penesar, P.S., and Rajesh, Grover, 2006, Continous Methanogenesis of Black Liquor of Pulp and Paper Mills in an Anaerobic Buffled Reactor Using Immobilized Cell System, Biotechnology, Vol. 81 N0. 7
- Mc. Carty, 2008, Anaerobic Treatment of Low Strength Wastewater, Department of Civil and Environmental Engineering, UCLA, Los Angeles.
- Metcalf and Eddy, 2008, Wastewater Engineering Treatment and Disposal, 5 th Edition, Mc, Graw Hill.
- Purwanto, , 2008, Studi Anerobic Buffled Reactor untuk Mengolah Air Limbah Domestik dan Rumah Sakit, Teknik Lingkungan ITS, Surabaya.
- Savaran, V. and Sreekrisnan, T.R., 2008, Modelling Anaerobic Biofilm Reactor, A Review, Journal of Environmental Management, Vol. 81, pp 1-18.

Perencanaan Pengelolaan Air Limbah Komunal Berbasis Masyarakat Permukiman Padat di Kelurahan Wonokromo

Tania Ratnasari

Jurusan Teknik Lingkungan, FTSP, ITS

taniaratnas@gmail.com

Intan Permata Laksmi

Jurusan Teknik Lingkungan, FTSP, ITS

intanlaksmi14@gmail.com

Eddy Setiadi Soedjono

Jurusan Teknik Lingkungan, FTSP, ITS

soedjono@enviro.its.ac.id

ABSTRAK

Beberapa solusi ditawarkan untuk meningkatkan kualitas lingkungan permukiman padat penduduk dengan lahan rumah yang terbatas dalam hal pembuangan tinja. Salah satunya adalah menggunakan pengelolaan air limbah komunal berbasis masyarakat. Perencanaan pengelolaan air limbah komunal berbasis masyarakat permukiman padat di Kelurahan Wonokromo ini dimulai dari perencanaan saluran air limbah dari rumah yang disesuaikan oleh pemetaan jamban, kemudian dialirkan ke pengolahan air limbah dengan menggunakan unit pengolahan utama ABR (Anaerobic Baffle Reactor). Pengelolaan ini sangat cocok digunakan karena pembangunan dan perawatannya yang murah dan mudah serta dapat menghasilkan hasil effluen yang optimum agar sesuai dengan baku mutu yang berlaku.

Perencanaan yang berbasis masyarakat dipilih agar masyarakat ikut serta dimulai dari tahap perencanaan, penyiapan program, konstruksi dan operasional pemeliharaan. Hasil analisa tersebut akan didapatkan dari observasi lapangan dan kuisioner. Keuntungan dari perencanaan yang berbasis masyarakat adalah agar masyarakat lebih mempunyai rasa peduli terhadap lingkungan sekitar dan menimbulkan rasa tanggung jawab untuk menjaga dan merawat unit yang akan dibangun.

Kata kunci – Air limbah domestic, Anaerobic Baffle Reactor (ABR), Berbasis Masyarakat, IPAL Komunal, SPAL

V. PENDAHULUAN

Kelurahan Wonokromo merupakan salah satu lokasi yang berwarna merah yang berarti area sangat beresiko. Kelurahan ini merupakan wilayah yang sangat padat penduduknya. Jumlah penduduk dalam kelurahan ini mencapai 42.000 jiwa, dan jumlah KK per kelurahan ±400. Dari hasil pengamatan yang dilakukan pada bulan Juni 2013, Kelurahan Wonokromo termasuk dalam kelurahan kumuh dengan kepadatan penduduk sangat tinggi. Hal ini dapat dilihat dari perbandingan antara jumlah penduduk dan luas daerah hanya 104 ha.

Sesuai dengan Buku Petunjuk Praktis MPS (Memorandum Program Sanitasi) tahun 2014, salah satu program untuk meningkatkan akses layanan air limbah berpenghasilan rendah adalah dengan cara pembangunan pengelolaan air limbah secara komunal. Limbah cair rumah tangga memiliki karakteristik umum berupa TSS 120 mg/L, BOD 110 mg/L dan COD 250 mg/L.

Perencanaan Pelayanan Air Limbah Komunal ini meliputi RW 1 dengan jumlah KK yang akan dilayani sebanyak 90 KK. Digunakan data primer yang berupa hasil pengamatan lapangan dan data sekunder yang meliputi studi pustaka, dan pengumpulan data dari dinas terkait. Parameter yang digunakan berupa baku mutu air limbah menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No.112 Tahun 2003 mengenai Baku Mutu Air Limbah Domestik dan Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 72 Tahun 2013 mengenai Baku Mutu Air Limbah Industri dan/atau Kegiatan Usaha Lainnya.

VI. METODOLOGI

Pada penelitian ini, data yang diperlukan antara lain data primer dan data sekunder. Untuk data primer, dibutuhkan besar nilai debit air limbah, peta sanitasi wilayah Kelurahan Wonokromo, dan data hasil kuesioner dan wawancara dengan warga Wonokromo. Data sekunder yang dibutuhkan antara lain peta wilayah administrasi Kelurahan Wonokromo, elevasi muka air tanah, dan daftar harga bahan, material, pipa dan aksesoris untuk

wilayah Kota Surabaya.

Setelah data-data yang dibutuhkan terkumpul, maka selanjutnya akan diolah untuk mendapatkan proyeksi debit air limbah, perencanaan sistem penyaluran air limbah dan perencanaan pengolahan air limbah komunal dengan teknologi ABR. Perencanaan sistem penyaluran air limbah, didalamnya terdapat rencana mengenai penentuan blok pelayanan, perhitungan debit air limbah, perhitungan pembebanan saluran, perhitungan dimensi pipa, perhitungan penanaman pipa, dan perhitungan BOQ, RAB dan gambar profil hidrolis. Kemudian untuk perencanaan pengolahan air limbah komunal dengan teknologi ABR, juga harus dihitung mengenai perhitungan efisiensi removal unit pengolahan, perhitungan *mass balance*, perhitungan dimensi untuk tiap unit pengolahan, dan perhitungan BOQ, RAB dan gambar profil hidrolis.

VII. HASIL DAN PEMBAHASAN

C. Proyeksi Penduduk Kelurahan Wonokromo

Digunakan data kependudukan lima (5) tahun terakhir (tahun 2008-2013) untuk memproyeksikan penduduk selama lima (5) tahun kedepan yaitu mulai tahun 2014 sampai dengan 2018 menggunakan metode Least Square. Hasil proyeksi penduduk untuk tahun 2014 adalah sebesar 371 jiwa, tahun 2015 meningkat menjadi 384 jiwa dan pada tahun 2018 jumlah penduduk kelurahan Wonokromo menjadi 425 jiwa.

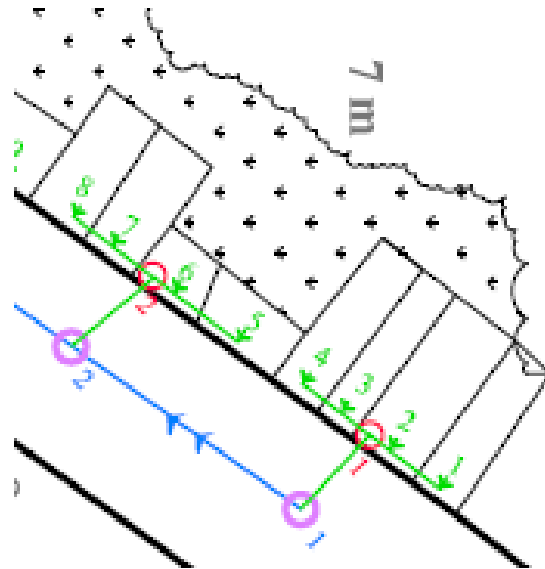
D. Data Karakteristik Air Limbah Kelurahan Wonokromo

Blok pelayanan sistem penyaluran air limbah pada perencanaan ini meliputi wilayah RW 1 Kelurahan Wonokromo. Jumlah penghuni rumah diasumsikan tiap 1 rumah dihuni oleh 4 orang anggota keluarga. Dari hasil perhitungan diketahui Q_{ave} total sebesar 0,585 L/hari pada tahun 2019. Karakteristik air limbah ditentukan COD = 250 mg/L ; BOD = 110 mg/L ; TSS= 120 mg/L.

E. Perencanaan SPAL dan IPAL

Pada pembahasan kali ini, diambil 1 contoh jalur pipa yaitu jalur $S_1 - S_2$. Sistem penyaluran air limbah pada perencanaan ini menggunakan sistem konvensional dimana terdapat manhole di setiap percabangan pipa dan digunakan diameter minimum 100 mm yang merupakan diameter minimal yang harus digunakan untuk air limbah domestik standar Menteri Pekerjaan Umum. Sesuai dengan ketentuan desain pipa kecepatan minimum dalam pipa 0,6 m/s dan kecepatan maksimumnya sebesar 2,5 m/s. Pada

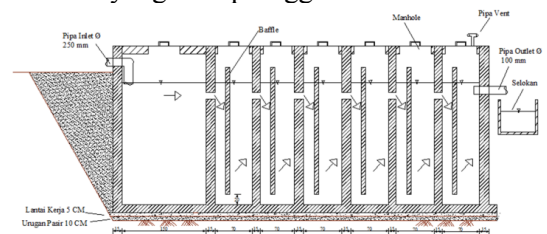
perencanaan sistem penyaluran air limbah RW 1 Kelurahan Wonokromo, digunakan pipa jenis pvc dengan diameter 100 mm sebanyak 25 buah, pipa dengan diameter 150 mm sebanyak 10 buah, pipa dengan diameter 200 mm sebanyak 28 buah dan pipa dengan diameter 250 mm sebanyak 1.



Gambar 1. Potongan segmen SPAL

Anaerobic Baffled Reactor memiliki kriteria perencanaan sebagai berikut [3]: 1)Kecepatan aliran permukaan (V_{up}) = < 2 m/jam; 2)*Organic Loading*(OLR) = 1-8 kg COD/m³.hari; 3)*Hydraulic Retention Time* (HRT) = 1,5 jam – 10 hari; 4)*Removal* COD = 65%-90%; 5)*Removal* BOD = 70%-95%; 6)*Removal* TSS = 85%-90%.

Luasan lahan yang dibutuhkan untuk membangun ABR dengan panjang 4 m dan lebar 3 m sebesar 12 m². Unit proses pengolahan air limbah yang digunakan pada perencanaan ini berupa *Anaerobic Baffled Reactor* yang dipilih karena murah dalam operasional dan perawatannya serta memiliki efisiensi yang cukup tinggi.



POTONGAN A-A ABR

Gambar 3. Potongan A-A Anaerobic Baffled Reactor

F. Rencana Anggaran Biaya

RAB (Rencana Anggaran Biaya) adalah biaya yang diperlukan dalam pengadaan peralatan dan biaya pembayaran tenaga kerja. Perhitungan rencana

anggaran biaya pada perencanaan ini menggunakan *Engineering Estimated Cost* Kota Surabaya Tahun 2014.

Jenis pekerjaan yang dimasukkan dalam RAB antara lain, pekerjaan konstruksi SPAL dan pekerjaan konstruksi IPAL. Beberapa sub kegiatan dalam kedua pekerjaan tersebut diantaranya pemasangan pipa sekunder dan pipa tersier, pengadaan dan pemasangan manhole, pekerjaan tanah, bekisting, besi dan tulangan, beton dan pasangan batu dan plester direncanakan mengeluarkan biaya sebesar Rp 371.283.168.

G. Kesimpulan

Pengaliran SPAL menggunakan sistem gravitasi dengan variasi diameter pipa SPAL untuk sambungan rumah 100 mm, saluran sekunder 100mm, 150 mm dan 200 mm, saluran primer 250 mm. Volume ABR yang digunakan berdimensi 4 m x 3 m x 2,5 m luasnya 28,8 m³. Total biaya pembangunan SPAL dan IPAL sebesar Rp 371.283.168 dan iuran biaya operasional sebesar Rp 5000-Rp 20.000 per KK setiap bulannya.

H. Saran

Diperlukan tindak lanjut dari pemerintah dan pembentukan kepanitiaan untuk segera merealisasikan perencanaan ini agar manfaatnya dapat dirasakan oleh warga.

VIII. DAFTAR PUSTAKA

- Barber, W. P dan Stuckey, D.C. 1999. *The Use of The Anaerobic Baffled Reactor (ABR) for Wastewater Treatment: A Riview*. Water Resource Vol. 33 No. 7, pp: 1559-1578
- Henze, M., Ujang, Z. and Soedjono, E.S. 2006. *Buku: Wastewater Treatment Tech-nology for Developing Countries. In Ujang, Z. and Henze, M. (eds). Municipal Wastewater Management in Developing Countries: Principles and Engineering*. IWA Publishing, London 2006. ISBN 1843390302—2, pp. 70-97.
- Kelompok Kerja Sanitasi Kota Surabaya. 2012. *Memorandum Program Sektor Sanitasi Kota Surabaya 2012-2016*. Surabaya: Badan Perencanaan Pembangunan Kota Surabaya
- Metcalf and Eddy, 2004. *Wastewater Engineering: Treatment and Reuse, Fourth Edition, International Edition*. New York: Mc Graw Hill Inc
- Soedjono, E.S., Masduqi, A.M., Purnomo, A.,

Rumiati, A.T., dan Starkl, M. 2010. *Pilihan Teknologi untuk Pengolahan Air Limbah Domestik di Daerah Peri Urban dan Perdesaan di Jawa Timur*. Jurnal Purifikasi, Vol. 11, No. 2, hal. 177-184.

Pengelolaan Sampah di Pasar Jepara I (Satu)

Yayuk Widayanti¹, Syafrudin Syafrudin², Kismartini Kismartini³

(Program Magister Ilmu Lingkungan UNDIP¹), Jurusan Teknik UNDIP²), Jurusan Ilmu Sosial dan Ilmu Politik UNDIP³)

Email ¹yayuk.widayantibd@gmail.com

ABSTRAK

Sampah pasar di Jepara merupakan salah satu masalah yang perlu mendapat perhatian oleh Pemerintah Daerah. Saat ini sampah pasar belum ditangani secara optimal, pengelolaan sampah pasar pada umumnya dilakukan dengan cara pewadahan, pengumpulan, pengangkutan dan pembuangan. Belum ada upaya pemilahan sampah garbage dan rubbish di tingkat pedagang sebagai upaya mereduksi timbulan sampah melalui upaya 3R. Pasar Jepara Satu merupakan pasar terbesar di Kabupaten Jepara. Berdasarkan data dari Dinas UMKM dan Pengelolaan Pasar Kabupaten Jepara, jumlah pedagang Pasar Jepara I saat ini adalah 1635 pedagang, sampah yang dihasilkan tentunya cukup signifikan dengan banyaknya pedagang yang ada.

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisa sistem pengelolaan sampah di Pasar Jepara I. Jenis penelitian ini adalah penelitian deskriptif kualitatif. Data diperoleh dengan cara observasi dilapangan, melakukan wawancara pada pemerintah daerah, pengelola pasar, dan pengelola kebersihan pasar, serta menyebarkan questioner kepada pedagang. Teknik pengambilan sampel sampah dan responden adalah proporsional random sampling.

Dari hasil penelitian, jumlah sampah yang dihasilkan pedagang Pasar Jepara I sebanyak 12 m³ yang didominasi oleh sampah garbage. Pengelolaan kebersihan dan sampah dilakukan pengelola pasar, dengan menjalin kerjasama dengan pihak ketiga (jasa cleaning service) yaitu CV. Mahammi Karya. Fasilitas pewadahan disediakan oleh pihak ketiga. Kegiatan pemilahan belum dilakukan oleh pedagang. Bentuk organisasi pengelolaan sampah sudah sesuai dengan katagori kota sedang yaitu dinas tersendiri. Pendapatan retribusi kebersihan pasar menyumbang ...% sehingga belum mampu menutup biaya operasional terutama biaya pengangkutan. Sistem Pengelolaan persampahan masih merujuk pada regulasi lama dan regulasi terkait pengelolaan kebersihan pasar belum ada.

Kata kunci : Sampah, Timbulan Sampah, Pengelolaan, Sampah, Pasar.

PENDAHULUAN

Sampah saat ini masih jadi masalah penting dalam tatanan kebijakan nasional dan daerah Indonesia. Sampah semakin tidak bersahabat dengan alam saat sampah menjadi pemandangan yang sangat mengganggu keindahan. Sampah menjadi portal keindahan disaat sampah merusak ruang pemandangan mata dan mengganggu indra penciuman karena bau yang di hasilkan tidak sedap. Bahkan dari tahun ke tahun masalah sampah bukan terselesaikan tapi semakin menambah daftar panjang masalah yang ada di negeri ini. Sampah bila dibiarkan terus lama-kelamaan akan menumpuk dan akan menimbulkan masalah besar bagi manusia dan lingkungan sekitarnya.

Pengelolaan sampah agar berhasil dengan

baik dipengaruhi oleh beberapa hal yaitu tenaga pengolahan, sarana dan prasarana , proses perencanaan manajemen dan peran serta masyarakat. Yang dimaksud proses perencanaan manajemen sampah pasar adalah segala disiplin yang dihubungkan dengan pengawasan dan pengendalian terhadap pembentukan, penampungan, pengumpulan, pengangkutan, pengolahan dan pembuangan sampah yang sesuai dengan prinsip terbaik, bila ditinjau dari segi kesehatan, ekonomi, teknis dan pertimbangan-pertimbangan lingkungan lainnya. Pasar Jepara I (Satu) menghasilkan sampah lebih dari 12 m³ setiap harinya. Sebagian besar berupa sampah basah.

Pengelolaan sampah pasar di Jepara masih memakai paradigma lama yaitu mengumpulkan, mengangkut dan membuang,

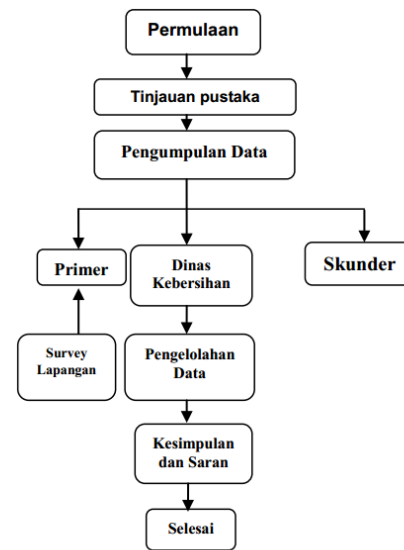
prinsip 3R belum dilaksanakan. Pemerintah Daerah Kabupaten Jepara telah memfasilitasi berdirinya bank sampah dan rumah kompos di Pasar Jepara I (Satu) namun belum dijalankan dan dimanfaatkan secara optimal. Belum adanya upaya pemilahan sampah organik dan anorganik ditingkat pedagang sehingga bisa didaur ulang dan mempunyai nilai ekonomi juga menjadi kendala. Jepara I (Satu) di pilih sebagai lokasi studi karena lokasinya berada pada pusat kota dan pemerintahan, serta menjadi salah satu titik pantau adipura. Diharapkan sistem pengelolaan sampah di Jepara I (Satu) memenuhi peraturan yang berlaku dan dikelola dengan meminimalisasi limbah padat yang dihasilkan.

Berpedoman dengan permasalahan sampah diatas, maka diperlukan adanya solusi tentang pemecahan masalah proses perencanaan manajemen sampah, agar dapat tercapainya peningkatan sanitasi kota dan peningkatan kesehatan masyarakat yang ditujukan untuk masyarakat pada umumnya. Setelah mengadakan pengamatan pada survey pendahuluan, sarana kebersihan seperti bak sampah yang terdapat di Pasar Jepara I (Satu) sudah cukup namun pedagang kurang memanfaatkannya dengan baik, karena sering ditemukan ceceran sampah disekitar tempat sampah tersebut, yang menyebabkan pengelolaan sampah di Pasar Jepara I (Satu) belum dapat berlangsung secara maksimal, disamping itu cara pengolahan sampah di Pasar Jepara I (Satu) tersebut masih menggunakan paradigm lama.

Penelitian terhadap sampah yang berlokasi di Pasar Jepara I (Satu) bertujuan menganalisa system pengelolaan sampah agar selanjutnya dapat ditetapkan strategi pengelolaan sampah yang baik.

METODOLOGI

Diagram alir penelitian :



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Ruang lingkup penelitian meliputi aspek teknis operasional, organisasi dan manajemen, pembiayaan dan peraturan hukum. Pengumpulan data untuk penelitian ini terbagi atas data primer dan sekunder. Teknik dan perlengkapan pengukuran besaran timbulan dan komposisi sampah mengacu pada SNI 19-3964-1994. Alat pengumpulan data yang digunakan adalah kotak pengukur sampah, alat tulis dan meteran, timbangan, kalkulator, kantong plastic dan kertas label. Data yang diperlukan dalam penelitian ini berasal dari informasi Dinas Cipta Karya Tata Ruang dan Kebersihan Kabupaten Jepara, Dinas Koperasi UMKM dan Pengelolaan Pasar, UPTD Dinas Pasar Jepara I serta Petugas Kebersihan dari CV. Mahammi Karya.

Berdasarkan formula menurut SNI No. 36-1991-03(22), jumlah responden untuk pengukuran volume dan komposisi sampah yaitu 50 orang dari keseluruhan jumlah pedagang sebanyak 1635 orang.

Data yang sudah diolah kemudian dianalisa dengan membandingkan keadaan yang dijumpai di lokasi penelitian dengan teori-teori yang ada.

Penelitian dilakukan pada bulan April dan Mei 2015. Lokasi penelitian adalah Pasar Jepara I (Satu) di Jalan Untung Suropati, Jepara.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kecamatan Jepara mempunyai luas wilayah 24.667 km², dengan jumlah penduduk

83.616 jiwa. Jepara termasuk kota sedang, bila tiap orang menghasilkan sampah 2,15 l/org/hr (menurut Hadisuwito, 2007) maka volume sampah yang dihasilkan masyarakat Kecamatan Jepara adalah 179.774,4 l/hr.

Saat ini hanya 16,01% dari keseluruhan penduduk di Kabupaten Jepara yang sampahnya yang dapat terlayani oleh DCTRK (Bappedda Kabupaten Jepara).

A. Hasil

Penelitian ini dilaksanakan di lokasi Pasar Jepara I (Satu), adapun deskripsi variabel penelitian yang termasuk dalam pengelolaan sampah tersebut adalah sebagai berikut :

1. Aspek Teknis Operasional

Teknik operasional dalam pengelolaan sampah Kabupaten Jepara meliputi penyapuan, pewadahan, pengumpulan, pemindahan dan pengangkutan.

a. Penyapuan

Penyapuan dilakukan mulai pukul 06.00 – 16.00 WIB. Dengan petugas cleaning service berjumlah 11 orang. Distribusi tenaga cleaning service adalah orang bertanggung jawab terhadap kebersihan di lantai satu dan orang bertanggung jawab untuk kebersihan pasar lantai 2.

b. Pewadahan

Pewadahan merupakan bagian dari sistem pengelolaan setelah mengadakan kegiatan identifikasi dan inventarisasi sumber sampah. Kegiatan pewadahan ini adalah sebagai bagian dari upaya minimalisasi sangat penting dalam rangka memudahkan pengumpulan dan pengambilan. Sistem pewadahan sampah di Pasar Jepara I (Satu) dengan cara individual dan disediakan oleh CV. Mahammi Karya.

Jenis wadah dan kapasitasnya adalah:

- Drum/tong sampah dengan kapasitas sekitar 40–60 liter.
- Keranjang sampah dengan kapasitas sekitar 40-60 liter.

c. Pengumpulan

d. Sampah pasar dari masing-masing pewadahan dikumpulkan oleh petugas kebersihan pasar dengan menggunakan gerobak sampah untuk dikumpulkan di TPS (metode pemindahan dengan

transfer tipe III) kemudian diangkut ke TPA dengan menggunakan dump truk kapasitas 6 m³. sampah pasar ini dikumpulkan dalam 2 shift pagi dan siang. Terdapat pula pasar yang tidak memiliki TPS. Sampah yang dihasilkan tersebut hanya dikumpulkan di suatu tempat (biasanya di samping pasar atau di belakang pasar) kemudian di bakar.

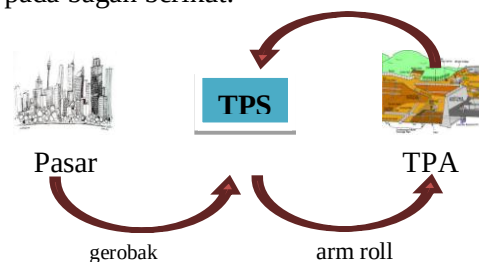
e. Pemindahan

Sampah yang dibawa oleh alat pengumpul dipindahkan langsung ke TPS yang nantinya dibawa oleh alat pengangkut. menggunakan transfer tipe III yaitu tempat pertemuan antara gerobak dan kontainer dengan kapasitas 6 m³

f. Pengangkutan

Pengangkutan dilayani dengan menggunakan kendaraan truk jenis *arm roll* menuju ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA) sampah yang berada di Bandengan. *Armroll truk* difungsikan sebagai alat pengangkut kontainer dari transfer depo, yang melayani sebagiansampah domestik, dan sampah pasar. Satu unit *armroll* truk membutuhkan 1 orang sopir dan 1 orang kernet.

Sistem Pengangkutan sampah di Kabupaten Jepara saat ini digambarkan pada bagan berikut.



2. Aspek Organisasi dan Manajemen

Aspek kelembagaan membahas terkait organisasi dalam manajemen pengelolaan persampahan pada Kabupaten Jepara. Terdapat 3 hal penting dalam aspek kelembagaan, antara lain:

1. Bentuk Institusi

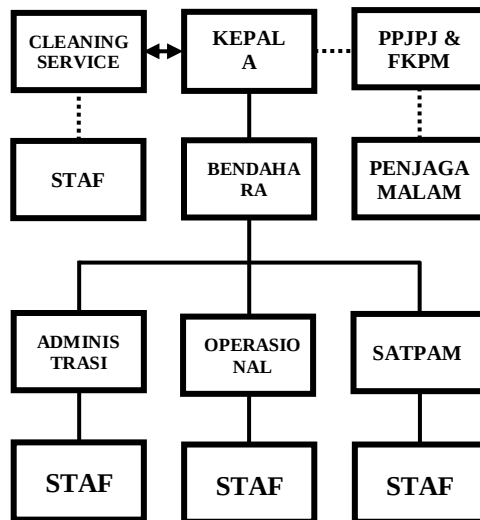
Pada Kabupaten Jepara pengelolaan persampahan dilakukan oleh Dinas Cipta Karya, Tata Ruang dan Kebersihan

(DCKTRK) yang berperan sebagai *leading sector*. Khusus pengelolaan sampah di Pasar Jepara I sudah diserahkan pada CV. Mahammi Karya selaku rekanan penyedia jasa cleaning service. Penyedia jasa ini ditunjuk dan bertanggungjawab kepada Dinas Koperasi UMKM dan Pengelolaan Pasar Kabupaten Jepara.

2. Struktur Organisasi

DCKTRK bertanggung jawab pada Pengumpulan, pengangkutan sampah pasar dari TPS hingga TPA. Dinas Koperasi, UMKM dan Pengelolaan Pasar bertanggungjawab pada penyapuan, pewadahan, pengumpulan dan pemindahan sampah pasar ke TPS.

STRUKTUR ORGANISASI PASAR JEPARA 1 (SATU)



3. Aspek Pembiayaan

Pembiayaan pengelolaan persampahan di Pasar I Jepara berasal dari APBD, retribusi dan dana lain. Hal tersebut dikarenakan hasil penarikan retribusi persampahan sendiri belum dapat menutup biaya operasional pengelolaan persampahan yang ada. Retribusi Pelayanan Persampahan dan Kebersihan diatur Perda Kabupaten Jepara Nomor 7 Tahun 2008 tentang

Perubahan Peraturan Daerah Kabupaten Daerah Tingkat II Jepara Nomor 2 Tahun 1999 tentang Retribusi Pelayanan Persampahan/Kebersihan. Berikut merupakan uraian pembiayaan pengelolaan sampah di Pasar Jepara I.

a. Sumber Dana

- APBD sejumlah Rp 440.140.000,00
- Retribusi, yaitu :
 - Retribusi Sampah Rp 15.627.000,00
 - Retribusi Pasar Rp 388.573,00
- Pendapatan lain yang sah (Kompensasi) Rp 121.751.500,-

4. Aspek Hukum

System pengelolaan persampahan di Kabupaten Jepara merujuk pada Peraturan Daerah No. 3 Tahun 2010 tentang Penataan Pasar Tradisional, Pusat Perbelanjaan dan Toko Modern, serta Perda Kabupaten Jepara No. 9 Tahun 2013 tentang Retribusi Pelayanan Pasar.

B. Pembahasan

1. Aspek Teknis Operasional

Hasil penelitian dan pengamatan terhadap pengelolaan sampah di Pasar Jepara I dibanding dengan standar SNI 19-2454-2002 adalah sebagai berikut :

- a. Pewadahan individual dan komunal, sesuai SNI
- b. Lokasi penempatan wadah, sesuai SNI : jarak antar wadah untuk pejalan kaki lebih dari 100 m, tidak sesuai SNI.
- c. Persyaratan wadah sesuai SNI yaitu tidak mudah rusak, mudah diperoleh, mudah dikosongkan namun banyak yang tidak tertutup.
- d. Ukuran volume wadah tidak memperhatikan jumlah timbulan sampah, karena banyak ditemukan sampah tercecer di luar wadah.
- e. Belum ada upaya pemilahan

- sampah di tingkat pedagang
- f. Pola pengumpulan individual dan komunal tak langsung.
- g. Ritasi pengumpulan lebih 1-2/hari; daerah pelayanan tetap dengan petugas kebersihan tetap.
- h. Type pemindahan : transfer depo II
- i. Lokasi pemindahan, dekat dari pasar dan mudah dalam akses.
- j. Cara pemindahan secara mekanis
- k. Pola pengangkutan dilakukan petugas kebersihan dari DCTRK tiap pagi dan sore setiap hari.
- l. Pembuangan akhir di TPA Bandengan dengan metode sanitary landfill.

2. Aspek Organisasi dan Manajemen

Kabupaten Jepara masuk dalam kategori kota sedang, menurut SNI T-13-1990, bentuk kelembagaan pengelolaan persampahan adalah dinas tersendiri. Pengelolaan persampahan di Jepara menjadi tanggung jawab Dinas Cipta Karya Tata Ruang dan Kebersihan. Untuk pengelolaan kebersihan di lingkungan pasar Jepara I adalah Dinas Koperasi UMKM dan Pengelolaan Pasar melalui Unit Pelaksana Teknis Daerah Dinas Pasar Jepara I (Satu). Dalam melaksanakan tugasnya menjalin kerjasama dengan pihak ketiga yaitu CV. Mah mmi Karya yang bertanggung jawab terhadap kebersihan, penyapuan, pengumpulan dan pengangkutan sampah sampai ke TPS, termasuk menyediakan alat peralatan dan pewadahan sampah untuk pedagang.

3. Aspek Peraturan Hukum

Peraturan daerah yang terkait pengelolaan sampah khususnya pasar serta Perda yang mengatur tentang retribusi pelayanan pasar sudah merujuk pada aturan terbaru.

4. Aspek Pembiayaan

Pendapatan berasal dari biaya retribusi kebersihan dan retribusi pasar. Retribusi yang masuk mencapai 98% dari biaya pengelolaan pasar yang dibutuhkan.

Namun belum termasuk biaya pengangkutan sampah sampai ke TPA.

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengumpulan data dan pembahasan maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Pengelolaan sampah di Pasar Jepara I (Satu) belum menggunakan prinsip 3R (Reuse, Redusedan Recycle)
2. Dari aspek teknis operasional sudah cukup baik, namun untuk pewadahan masih perlu mendapat perhatian khususnya untuk volume dan tutup wadah sehingga sampah tidak tercecer.
3. Bentuk kelembagaan sudah sesuai dengan SNI. Namun paguyuban pedagang yang ada belum dimanfaatkan sebagai sarana sosialisasi pengelolaan sampah dan kebersihan.
4. Perda yang menjadi rujukan pengelolaan sampah sudah ada namun produk hukum dibawahnya yang mengatur tentang perilaku/tata tertib penghuni pasar belum ada.
5. Dana dari retribusi pasar dan kebersihan cukup membantu dalam pembiayaan pengelolaan pasar.

B. Saran

1. Bagi Pemerintahan Kabupaten Jepara dan khususnya Dinas Koperasi UMKM dan Pengelolaan Pasar agar melakukan perbaikan pada aspek organisasi dan manajemen berupa pembinaan dan penyuluhan pada pedagang tentang pengelolaan sampah dan kebersihan , kerja sama dengan UPT Pengelola Pasar.
2. Bagi pedagang di Pasar Jepara I (Satu) meningkatkan kesadaran dan kepedulian akan pengelolaan sampah sehingga dapat menciptakan kenyamanan dalam beraktivitas di pasar.
3. Bagi Institusi lain yang berwenang dalam perencanaan pengelolaan sampah sebaiknya memberikan peran serta dalam upaya kebersihan pasar khususnya dalam mengatur undang-

undang persampahan di pasar sehingga ada sanksi yang tegas jika membuang sampah di sembarang tempat.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2002. Tata cara Teknik Operasional Pengolahan Sampah Perkotaan dan Pasar, Jakarta.
- Badan Standar Nasional, 2002. SNI 19-2454-2002, Tata Cara Teknik Operasional Pengelolaan Sampah Perkotaan, Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Badan Standar Nasional, 1994. SNI 19-3964-1994, teknik Pengambilan dan Pengukuran Timbulan dan Komposisi Sampah Kota, Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Kabupaten Jepara, 2014. Penyusunan Rencana Induk Pengelolaan Persampahan Kabupaten Jepara.
- Damanhuri, E., dan Padmi, T. (2004). Pengelolaan Sampah. Bandung: Teknik Lingkungan, ITB.
- Dinas Koperasi UMKM dan Pengelolaan Pasar, 2013. Inventarisasi Pedagang Pasar Jepara I (Satu).
- Hasanah, A, 2009. Kajian Sistem Pengelolaan Sampah (Studi Kasus : Pasar Peterongan Kota Semarang), Tesis Magister Ilmu Lingkungan UNDIP, Semarang.
- Kuncoro Sejati, Sri Winarni, Joko, Paska Penta, 2009. Pengolahan Sampah Terpadu.
- Lindawati, 2013. Prose Perencanaan Manajemen Sampah di Pasar baru Kecamatan baturaja Timur Kabupaten Ogan Komering Ulu, Jurnal Teknik Rekayasa.
- Management. Engineering Principles and Management Issues. Singapore: McGrawHill Book Co.
- Syafrudin, 2004, Pengelolaan Sampah Berbasis Masyarakat. Prosiding Diskusi Interaktif Pengelolaan Sampah Terpadu. Program Magister Ilmu Lingkungan. Universitas Diponegoro, Semarang.
- Tchobanoglous, G., Theisen, H., dan Vigil, Samuel A. (1993). Integrated Solid Waste
- Tombili Arpan, Aris Idi Wijayanto, 2009. Tudi tentang Pengelolaan Sampah di Pasar Basah Mall Mandonga Kota kendari, Jurnal Academia. Edu.

NOTULENSI TANYA JAWAB

Panel 1 : Sanitasi

1.	NAMA PENANYA	:	Nani Harihastuti
	ASAL INSTITUSI	:	BBTPPI
	DIALAMATKAN KEPADA	:	Erry Wiryani
	URAIAN PERTANYAAN	:	Apakah tidak memperhatikan struktur pohon secara keseluruhan?
	TANGGAPAN	:	1. Hanya melihat struktur vegetasinya saja dan hanya keanekaragaman. Semakin banyak jenisnya maka ekosistemnya akan semakin stabil. 2. Tidak melihat fisiologi tanaman
2.	NAMA PENANYA	:	Nani Harihastuti
	ASAL INSTITUSI	:	BBTPPI
	DIALAMATKAN KEPADA	:	Ginjar Hidayatul Ulum
	URAIAN PERTANYAAN	:	Apa itu MCK plus dan Hibrid?
	TANGGAPAN	:	- MCK Plus adalah 2 bangunan sarana sanitasi yang terdapat WC, kamar mandi, dan tempat cuci masyarakat - Hybrid akan digali lagi
3.	NAMA PENANYA	:	Andhyka Surya S
	ASAL INSTITUSI	:	UII
	DIALAMATKAN KEPADA	:	Nani Harihastuti
	URAIAN PERTANYAAN	:	1. Apakah fluktuasi nilai COD berpengaruh ke digester? 2. Apakah dimungkinkan untuk membuat tabung gas seperti elpiji?
	TANGGAPAN	:	1. Ada semacam bak equalisasi untuk mengendalikan nilai COD agar tidak terlalu fluktuatif. 2. Metane dikemas dengan akumulatif tank dengan sistem, otomatis, pada tekanan tertentu dia akan mengisi dan menutup saat tekanan tinggi.
4.	NAMA PENANYA	:	Yayuk Widayanti
	ASAL INSTITUSI	:	MIL UNDIP
	DIALAMATKAN KEPADA	:	Nani Harihastuti
	URAIAN PERTANYAAN	:	Kenapa hanya ada pengrajin yang menggunakan teknik itu?
	TANGGAPAN	:	ada 35 pengrajin dan 12 IPAL tapi yang beroperasi hanya 3

			IPAL karena kurang kesadarannya dan mengharap bantuan dari pihak lain
5.	NAMA PENANYA	:	Nani Harihastuti
	ASAL INSTITUSI	:	BBTPPI
	DIALAMATKAN KEPADA	:	Yayuk Widayanti
	URAIAN PERTANYAAN	:	Apakah hanya kondisi eksisting saja? Apakah belum ada
	TANGGAPAN	:	- Batasan masalah hanya gambaran kondisi eksisting. - Tindak lanjutnya adalah dengan memberdayakan para pelaku (paguyuban/pengelola) dipasar Jepara I
6.	NAMA PENANYA	:	Nani Harihastuti
	ASAL INSTITUSI	:	BBTPPI
	DIALAMATKAN KEPADA	:	Sembodo Noviandaru S
	URAIAN PERTANYAAN	:	Apakah ada jenis tanaman yang sesuai dengan kondisi di Rembang?
	TANGGAPAN	:	- Toleransi masing-masing tanaman berbeda-beda terhadap kandungan air - Di Rembang, tanaman padi masih bisa tahan terhadap sumber mata air
7.	NAMA PENANYA	:	Edy
	ASAL INSTITUSI	:	ITS
	DIALAMATKAN KEPADA	:	Sembodo Noviandaru S
	URAIAN PERTANYAAN	:	Mengapa hanya dimanfaatkan untuk irigasi tidak air minum?
	TANGGAPAN	:	Arah penelitian memang lebih menitikberatkan pada bidang pertanian

KESIMPULAN :

Sanitasi merupakan bagian dari lingkungan yaitu penanganan. Hal ini terkait dengan tingkat pencemaran yang tidak disadari oleh sebagian dari kita. Sehubungan dengan itu diperlukan suatu perencanaan dengan memperhatikan aspek pencegahan dengan membuat IPAL/MCK plus bagi lingkungan yang memang diperlukan oleh masyarakat yang mempunyai tingkat sanitasi rendah.