



ANALISIS DAERAH RAWAN AIR DAN RAWAN PENYAKIT BERBASIS LINGKUNGAN PADA DAERAH PADAT PENDUDUK DENGAN WATER STRESS INDEX CALCULATION

Rudatin Windraswara[✉], Ani Fatkhi Rizki

Jurusan Ilmu Kesehatan Masyarakat, Fakultas Ilmu Keolahragaan, Universitas Negeri Semarang, Indonesia

Info Artikel

Sejarah Artikel:

Diterima

Disetujui

Dipublikasikan

Keywords:

water stress index, water related disease, environmental health

Abstrak

Latar Belakang: Selama 20 tahun terakhir, metodologi untuk mengukur akses terhadap air bersih telah berkembang pesat. Pada sisi yang lain, index air yang ada belum mengeksplorasi secara langsung tentang bagaimana pengaruh dari nilai indikator air terhadap dampak kesehatan masyarakat masyarakat, misalnya dengan banyaknya kasus penyakit berbasis lingkungan seperti diare, kolera, disentri, tifoid, trakoma, skabies, infeksi mata dan kulit.

Metode: Metode penentuan rawan air mengacu pada perhitungan *Water Poverty Index* dan *Water Stress Index* yang disesuaikan dengan kondisi di Indonesia dengan mempertimbangkan aspek kejadian penyakit.

Hasil: Hasil penelitian mendapatkan bahwa ada variasi tingkat kerawanan air sangat tinggi (RW II dan RW III) dan tinggi (RW IV dan RW V) dan bertepatan dengan tingginya angka kejadian penyakit berbasis air di lokasi yang sama.

Simpulan: terdapat potensi bahwa dalam penentuan status kerawanan air (WSI) diperlukan juga analisis tambahan berupa angka kejadian penyakit untuk melengkapi indeks perhitungan air.

Abstract

Background: Over the past 20 years, methodology to measure access to clean water has been growing rapidly. On the other hand, there is an need to consider incident rate of water related diseases, for example the number of cases of environment-linked diseases such as diarrhea, cholera, dysentery, typhoid, trachoma, scabies, eye infections and skin into water index .

Methods: The method referred to the calculation Water Poverty Index and the Water Stress Index adapted to the conditions in Indonesia which take into account the incidence of the disease.

Results: Results of the study found that there are varying levels of vulnerability of water is very high (RW II and RW III) and high (RW IV and RW V) and coincides with a high incidence of water-based diseases in the same location.

Conclusion: There is the potential that in the determination of the status of water vulnerability (WSI) is also required additional analysis such as the incidence of the disease to complete the calculation of the index of water.

© 2017 Universitas Negeri Semarang

[✉] Alamat korespondensi:

Gedung F5 Lantai 2 FIK Unnes

Kampus Sekaran, Gunungpati, Semarang, 50229

E-mail: rudatin@mail.unnes.ac.id

ISSN 2527-4252

PENDAHULUAN

Meskipun salah satu tujuan MDG (*Millenium Development Goals*) 2015 untuk menurunkan separuh dari jumlah orang yang tidak memiliki akses terhadap air bersih sudah tercapai ((WHO/UNICEF, 2015), tetapi di Indonesia masih terdapat 11% dari total jumlah penduduk atau sekitar 28,6 juta jiwa yang belum memiliki akses air yang aman (Anonym, 2015b; WHO/UNICEF, 2015). Salah satu tantangan utama dalam bidang pembangunan air adalah ketersediaan data dan pengukuran layanan air bersih. Selama 20 tahun terakhir, metodologi untuk mengukur akses terhadap air bersih telah berkembang pesat. Batas kelangkaan air (*water scarcity*) pertama kali disusun oleh Falkenmark dan lebih lanjut disempurnakan bersama Gleick dengan mempertimbangkan berbagai sektor sosial dan kebutuhan air spesifik untuk kebutuhan dasar manusia (Falkenmark, 1989; Brown and Matlock, 2011).

Indikator atau skala pengukuran lingkungan sangat berguna dalam hal memudahkan perhitungan dan kondisi rumit di lapangan sehingga hanya menjadi sebuah angka index atau beberapa sub-index (Norman *et al.*, 2013; Dickson, Schuster-Wallace and Newton, 2016). Secara umum, indikator dan index disusun untuk mempermudah dalam penentuan prioritas, alat pengukuran, menganalisis kemajuan, dan bahan dalam pengambilan keputusan. Saat ini, setidaknya terdapat beberapa indikator yang keberlanjutan manajemen dan pengelolaan air yang banyak digunakan seperti *Available Water Resources per capita* (AWR), *Water Scarcity Index* (WSI), *Water Resources Vulnerability Index* (WRVI), *Social Water Stress Index* (SWSI), *Water Stress Indicator* (WSI), dan *Water Poverty Index* (WPI) (El-gafy, 2015). Salah satu kesulitan dalam menentukan indikator atau index apakah yang sesuai adalah karena banyaknya aspek penting yang sama-sama perlu dipertimbangkan dalam konsumsi, penyediaan dan kelangkaan air. Pemilihan dari kriteria yang sesuai tidak hanya berdasarkan pertimbangan sains saja tetapi juga mempertimbangkan kondisi sosial ekonomi dan

pertimbangan politis (Brown and Matlock, 2011).

Pada sisi yang lain, index air yang ada belum mengeksplorasi secara langsung tentang bagaimana pengaruh dari nilai indikator air terhadap dampak kesehatan masyarakat masyarakat, misalnya dengan banyaknya kasus penyakit berbasis lingkungan seperti diare, kolera, disentri, tifoid, trakoma, skabies, infeksi mata dan kulit (Anonym, 2008). Komponen penyakit tersebut banyak didapatkan pada indeks kesehatan lingkungan, selain aspek sanitasi, kepadatan penduduk, ruang terbuka hijau, sosio demografi, kemiskinan dan lain sebagainya (Briggs, 1999; Burke, Cords and Jaffe, 2014).

Meskipun secara umum Indonesia masih menjadi salah satu negara yang memiliki air yang melimpah, namun ada persoalan cukup besar, yaitu pengelolaan air di Pulau Jawa yang dipenuhi hampir 65% penduduk Indonesia sedangkan ketersediaan airnya sangat terbatas (Ali, 2005). Krisis air terjadi di daerah-daerah dengan curah hujan rendah dan tinggi kepadatan penduduk atau di daerah dimana kegiatan pertanian dan industri yang tinggi. Krisis air menginduksi kerusakan sumber air bersih dari segi kuantitas (eksploitasi akuifer yang berlebih, sungai kering, dll) dan kualitas (eutrofikasi, polusi bahan organik, intrusi air laut, dll). Kerusakan tersebut dapat mengakibatkan masalah kesehatan dan memiliki pengaruh negatif pada ekosistem. Risiko tambahan bagi kesehatan masyarakat akibat krisis air terutama adanya perubahan dalam pola penyebaran dan aktivitas bakteri penyebab penyakit dan inang tempat perkembangbiakannya.

Penelitian ini mencoba memberikan alternatif dalam penilaian indeks yang sesuai dengan karakteristik masyarakat urban dengan mempertimbangkan hubungan sebab akibat antara kelangkaan air dengan penyakit yang diderita masyarakat baik secara langsung maupun tidak langsung dengan mengambil studi kasus pada lokasi di daerah dengan kepadatan yang tinggi, yaitu Kelurahan Sekaran, Kecamatan Gunungpati Kota

Semarang sehingga akan didapatkan pemetaan indeks kelangkaan air dan analisisnya terhadap penyebaran penyakit berbasis air.

METODE

Lokasi penelitian ini di Kelurahan Sekaran, Kecamatan Gunungpati Kota Semarang merupakan dataran tinggi dengan ketinggian 75 m dari permukaan laut dengan curah hujan 7 mm/tahun dengan luas wilayah 490.718 ha atau 4.90718 km². Kelurahan ini memiliki jumlah penduduk 6.592 yang menyebar ke 7 RW dan 29 RT dengan kurang lebih 2.330 bangunan rumah (Anonym, 2015a, 2016). Jumlah penduduk yang terus meningkat dari tahun 2011 hingga 2015 berturut-turut sebesar 6.346 jiwa, 6.405 jiwa, 6.498 jiwa, 6.554 jiwa dan 6.592 jiwa penduduk (Anonym, 2016). Salah satu penyebab kepadatan penduduk yang tinggi adalah karena banyaknya mahasiswa Universitas Negeri Semarang (Unnes) yang berdomisili di sekitar wilayah ini.

Peralatan yang digunakan meliputi GPS untuk mengetahui posisi geografi dari penderita penyakit, kuesioner untuk wawancara dengan penduduk maupun tokoh masyarakat setempat, kamera dan recorder untuk mendokumentasi hasil wawancara.

Populasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah seluruh rumah yang terdapat di Kelurahan Sekaran tahun 2015 yang berjumlah 2.330 rumah di tujuh RW, yaitu RW I (456 rumah), RW II (361 rumah), RW III (249 rumah), RW IV (524 rumah), RW V (516 rumah), RW VI (132 rumah), RW VII (92 rumah). Pengambilan sampel untuk penelitian dilakukan dengan cara *cluster random sampling* yaitu pengambilan sampel acak dengan membagi populasi menjadi beberapa bagian atau kelompok untuk dilakukan pengamatan. Pembagian kelompok tersebut dilakukan sesuai dengan jumlah Rukun Warga (RW) yang ada di Kelurahan Sekaran. Di Kelurahan Sekaran terdiri dari 7 RW, pembagian sampel setiap RW dilakukan dengan cara membagi jumlah rumah setiap RW dengan jumlah populasi yang dikalikan dengan besar sampel minimal.

Dengan perhitungan menggunakan rumus tersebut didapatkan hasil bahwa jumlah sampel setiap RW adalah 96 responden dengan jumlah responden berturut-turut dari RW I hingga RW VII sebanyak 19, 15, 10, 21, 21,6, dan 4 responden.

Penelitian ini bersifat deskriptif dengan menggunakan pemetaan yang dilakukan pada wilayah Kelurahan Sekaran, data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu data primer yang diperoleh dari hasil survei menggunakan kuesioner sebagai alat pengumpulan data pokok dan data sekunder diperoleh dari instansi terkait. Metode penentuan rawan air mengacu pada perhitungan *Water Poverty Index* dan *Water Stress Index* yang disesuaikan dengan kondisi di Indonesia (Falkenmark, 1989; Sullivan, 2002; Ali, 2005; Brown and Matlock, 2011).

Indikator – indikator yang dipilih berdasarkan kajian literatur (Falkenmark, 1989; Sullivan, 2002; Ali, 2005; Brown and Matlock, 2011) dan hasil penelitian di wilayah lain sebagai bahan evaluasi dan rekomendasi dalam pemilihan komponen dan indikator karena setiap wilayah memiliki perbedaan indikator dalam penentuan *water stress*. Indikator-indikator yang digunakan dalam penelitian ini antara lain : indikator ketersediaan air (I₁), indikator cakupan layanan air perpipaan(I₂), indikator kontinuitas air (I₃), indikator kualitas air tanah (I₄), indikator ketersediaan sarana sanitasi limbah cair domestik (I₅), indikator tingkat konsumsi air bersih (I₆), indikator daya beli air bersih masyarakat (I₇), dan indikator tingkat kepercayaan masyarakat (I₈).

Setiap nilai indikator memiliki nilai maskimal 20, dan akan diberi penyeleksiannya dengan nilai pembobotan (Ali, 2005). Langkah metode ini adalah memberikan skala kuantitatif pada masing-masing indikator yang menggambarkan tingkat pengaruh *water stress* di lokasi penelitian. Pengembangan konsep *Water Stress Index* (WSI) sangat dipengaruhi dan diadaptasi dari pengembangan *Water Poverty Index* (WPI). *Water Stress Index* didesain dari gabungan beberapa interdisiplin ilmu yang berhubungan dengan air dan manusia sebagai

indikasi derajat dampak rawan air pada populasi manusia. WSI mengkombinasikan aspek fisik, sosial, ekonomi dan lingkungan yang berhubungan dengan rawan air, akses air, dan kemampuan dalam menggunakan air (Brown and Matlock, 2011). Angka-angka WSI tersebut diperoleh dari rumus berikut:

$$WSI = \frac{\left(20 - \frac{\sum_{i=1}^8 I_{i, w_i}}{W_t} \right)}{20}$$

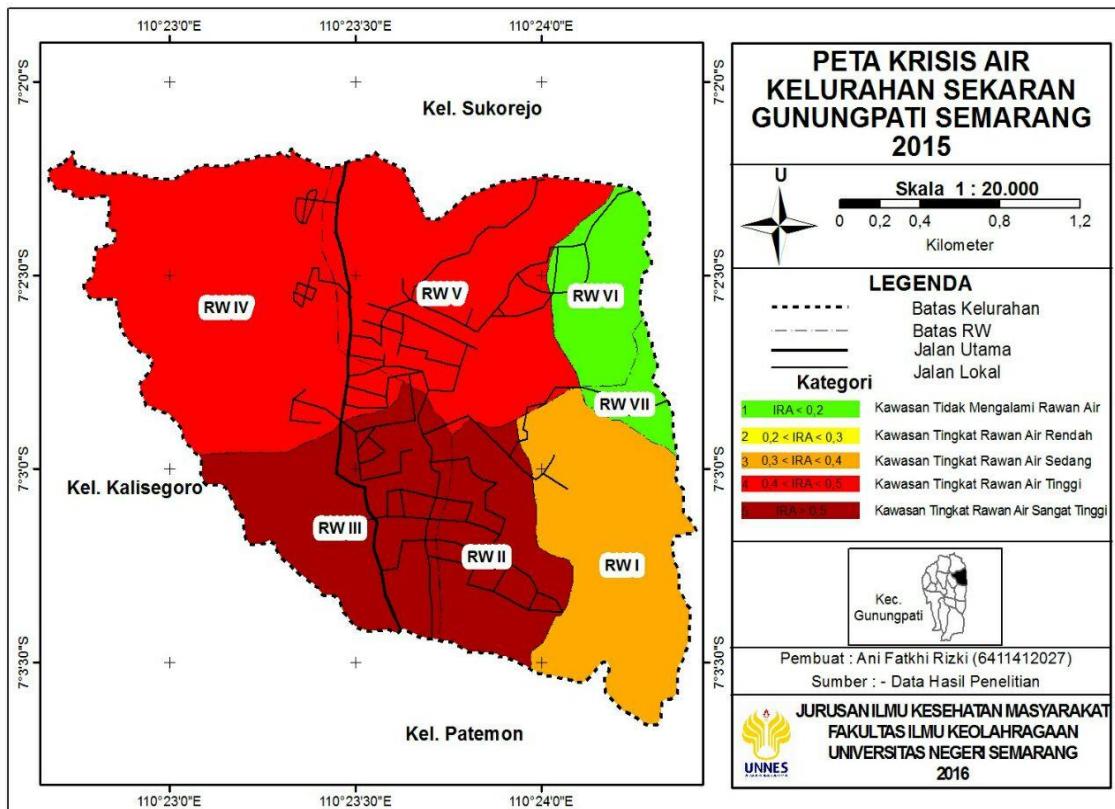
HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan terhadap 93 responden, penentuan rawan air bersih berdasarkan indikator *water stress index* dan gambaran penyebaran penyakit terkait ketersediaan air dari hasil pemetaan di Kelurahan Sekaran.

Rawan air (*water stress*) adalah kondisi di mana terjadi ketidakseimbangan antara ketersediaan air dengan kebutuhan. berikut adalah hasil penentuan wilayah rawan air di Kelurahan Sekaran.

Tabel 1. Indikator Rawan Air

RW	skor indikator								WSI	Status Kerawanan air bersih
	I ₁	I ₂	I ₃	I ₄	I ₅	I ₆	I ₇	I ₈		
I	5	16,8	20	14,5	5,8	17,3	19,1	2	0,363	Sedang
II	5	6,6	15	14,5	5,4	11,7	19	2	0,516	Sangat tinggi
III	5	14	15	14,5	5,8	10	19,1	2	0,551	Sangat tinggi
IV	5	18	20	14,5	5,9	13,3	19,2	2	0,425	Tinggi
V	5	18	20	14,5	5,5	12,2	19,1	2	0,434	Tinggi
VI	20	6,6	20	14,5	5	20	20	20	0,158	Tidak rawan air
VII	20	20	20	14,5	7	20	20	20	0,1	Tidak rawan air



Gambar 1. Lokasi rawan air hasil indeks rawan air

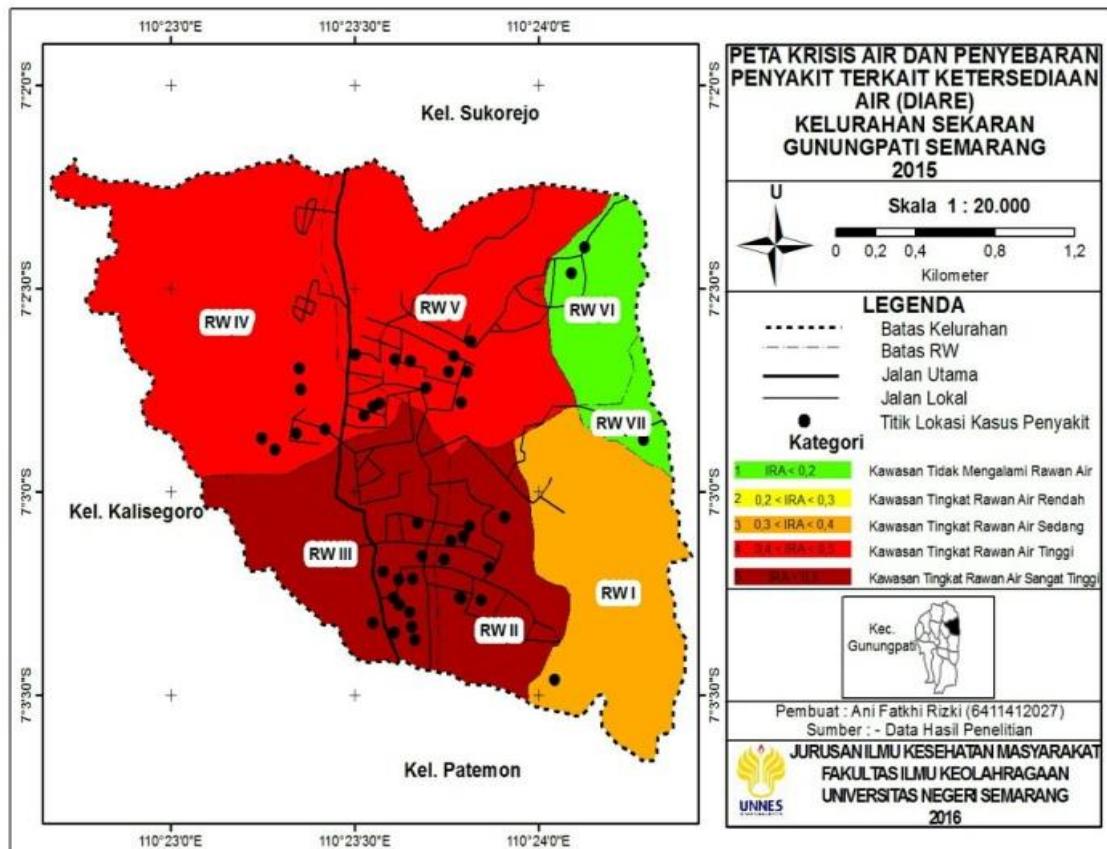
Dari hasil pemetaan RW II dan RW III merupakan wilayah dengan kerawanan air atau water stress yang sangat tinggi dengan indeks rawan air atau WSI 0,516 dan 0,551. Kemudian RW IV (WSI 0,425) dan RW V (WSI 0,434) termasuk dalam wilayah rawan air tinggi. RW I (WSI 0,363) termasuk dalam wilayah kerawanan air sedang. Sedangkan RW VI (WSI 0,158) dan RW VII (WSI 0,100) tidak mengalami rawan air bersih.

Kota Semarang pada umumnya seperti juga yang dialami oleh Indonesia, dan Kelurahan Sekaran pada khususnya selama lima tahun terakhir merasakan intensitas kemarau yang lebih tinggi dari pada kurun waktu sebelumnya. Hasil wawancara dan observasi primer, puncak kemarau lima tahun terakhir paling dirasakan parah pada tahun 2015 karena dampak El Nino.

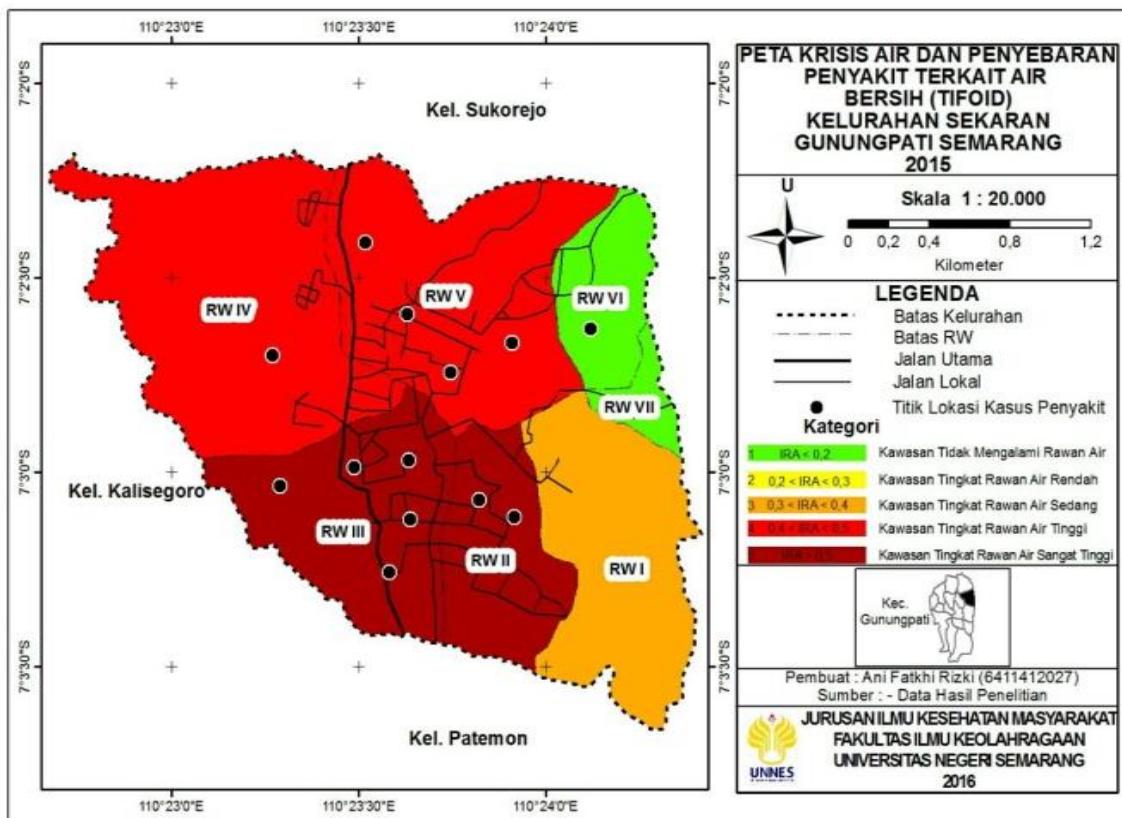
Banyak penelitian menganalisis bahwa perubahan iklim akan mempengaruhi ketersediaan dan pemanfaatan air bersih (Liuzzo *et al.*, 2014). Bahkan menurut

International Water Management Institute (IWMI), 1,8 miliar orang diproyeksikan akan tinggal di daerah dengan rawan air bersih mutlak pada tahun 2025 (Moe, 2006). Rawan air juga berpengaruh terhadap persediaan air domestik. Persediaan air domestik adalah salah satu persyaratan mendasar bagi kehidupan manusia serta dapat mempengaruhi kebersihan dan kesehatan masyarakat (Howard, 2003). Kebutuhan akan persediaan air domestik untuk kesehatan dasar melebihi kebutuhan minimum untuk konsumsi (minum dan memasak). Volume tambahan tersebut digunakan untuk menjaga makanan dan kebersihan pribadi untuk mencuci tangan dan makanan, mandi dan mencuci (Howard, 2003).

Tanpa air, kehidupan tidak dapat dipertahankan melampaui beberapa hari dan kurangnya akses terhadap pasokan air yang cukup menyebabkan penyebaran penyakit. Kebersihan yang buruk mungkin sebagian disebabkan oleh kurangnya jumlah yang cukup pasokan air domestik. Penyakit terkait dengan



Gambar 2. Peta penyebaran diare di Kelurahan Sekaran



Gambar 3. Peta penyebaran tifoid di Kelurahan Sekaran

dengan kebersihan yang buruk termasuk diare dan penyakit lain yang ditularkan melalui jalur fekal-oral; kulit dan mata penyakit, di trachoma dan penyakit yang berhubungan dengan infestasi tertentu, misalnya kutu dan *tick-borne tifus* (Howard, 2003).

Berdasarkan Gambar 2 dan Gambar 3, terlihat secara nyata bahwa kejadian penyakit berbasis air banyak terjadi di wilayah dengan kategori rawan air tinggi dan kategori rawan air sangat tinggi. Kondisi ini telah banyak mendapatkan perhatian para peneliti bahwa kualitas, kuantitas, kontinuitas sistem penyediaan air bersih berhubungan langsung dengan kesehatan manusia terkait timbulnya kejadian penyakit berbasis air seperti diare, tipes, kolera dan sebagainya. (El Kharraz *et al.*, 2012; WHO/UNICEF, 2015).

Kejadian diare pada seluruh tingkatan usia terjadi hampir ada di seluruh wilayah Kelurahan Sekaran dengan jumlah total 42 penderita, dengan RW III merupakan RW (12 penderita) paling banyak terdapat penderita

diare kemudian diikuti oleh RW IV dan V (9 penderita), RW II (8 penderita), RW VI (2 penderita), serta RW I dan VII (1 penderita). Penularan penyakit diare melalui oral fekal terjadi dengan mekanisme melalui air yang merupakan media penularan utama (Anonym, 2008; UNICEF Indonesia, 2012). Banyak faktor yang dapat menimbulkan penyakit diare antara lain faktor lingkungan, faktor balita, faktor ibu, dan faktor sosiodemografis. Dari beberapa faktor risiko tersebut, faktor risiko yang sering diteliti adalah faktor lingkungan karena faktor risiko yang paling rentan menyebabkan diare. Faktor lingkungan yang sering diteliti dan dibahas dari segala aspek seperti sarana air bersih (SAB), jamban, aluran pembuangan air limbah (SPAL), keadaan rumah, tempat pembuangan sampah, kualitas bakteriologis air bersih dan kepadatan hunian (Briggs, 1999; Adisasmitho, 2007; UNICEF Indonesia, 2012).

Dari beberapa faktor lingkungan tersebut terdapat hubungan dengan beberapa indikator kerawanan air seperti aspek sarana air bersih

(SAB) berkaitan dengan indikator ketersediaan air, indikator kontinuitas air dan, indikator cakupan layanan air perpipaan. Aspek jamban dan saluran pembuangan air limbah (SPAL) berkaitan dengan indikator ketersediaan sarana limbah cair domestik. Serta aspek kualitas bakteriologis air bersih berkaitan dengan indikator kualitas air tanah.

Selain diare yang tergolong dalam penyakit terkait ketersediaan air adalah demam tifoid (Adisasmito, 2007; Anonym, 2008; UNICEF Indonesia, 2012). Demam tifoid ditularkan melalui rute oral-fekal (makanan dan kotoran), maka pencegahan utama dengan cara memutuskan rantai tersebut dengan mengikat hygiene perorangan dan lingkungan, seperti mencuci tangan sebelum makan, penyediaan air bersih, pengamanan limbah feses. Kemudian untuk penyebaran penyakit tifoid paling banyak terdapat di RW III (5 penderita), RW V (4 penderita), RW II (2 penderita), RW IV (1 penderita), RW VI (1 penderita), serta RW I dan RW VII tidak terdapat penderita tifoid.

Mencuci tangan sebelum makan, penyediaan air bersih, dan pengamanan limbah feses juga berkaitan dengan indikator-indikator penentu rawan air. Seperti indikator ketersediaan air, kebutuhan air, kontinutas air, dan kualitas air berhubungan dengan penyediaan air bersih dan perilaku cucui tangan sebelum makan. Jika ketersediaan air, kontinutas air, dan kualitas air tidak memenuhi kebutuhan akan air masyarakat maka hal tersebut tidak mendukung atau dapat mempengaruhi perilaku mencuci tangan dengan sabun sebelum makan. Sehingga perilaku ini yang awalnya diharapkan dapat memutus rantai penularan demam tifoid maka perilaku ini tidak dapat terlaksanakan maka pencegahan terkait demam tifoid akan gagal. Kemudian pengamanan limbah feses terkait dengan indikator ketersediaan sarana sanitasi limbah cair domestik, sarana limbah yang aman dapat mengurangi penularan demam tifoid oleh feses yang mengandung *S.thypi*.

Selain diare dan tifoid dengan masing-masing kejadian 77 dan 14 penderita, penyakit lain yang termasuk dalam penyakit terkait

ketersediaan air bersih atau *water washed diseases* seperti disentri, skabies, infeksi kulit juga terjadi di Kelurahan Sekaran dengan masing-masing kejadian sebanyak 2, 7, dan 13 penderita di tahun 2015. Namun kejadian daiare dan tifoid pada tiap tahunnya selalu termasuk dalam 10 besar penyakit yang sering terjadi di wilayah kerja Puskesmas Sekaran.

Berdasarkan Gambar 1, Gambar 2 dan Gambar 3, terlihat bahwa penyakit berbasis air (dalam hal ini adalah penyakit diare dan tifus) akan mudah ditransmisikan pada daerah-daerah dengan kerawanan air tinggi dan sangat tinggi (El Kharraz *et al.*, 2012; WHO/UNICEF, 2015). Sehingga indikator air akan sangat bermanfaat bila disandingkan dengan data kejadian penyakit karena akan memberikan penekanan yang lebih fokus dalam mencari akar permasalahan faktor risiko penyakit sesuai konteks yang ada.

PENUTUP

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat adanya variasi tingkat kerawanan air di lokasi studi dengan kerawanan air atau *water stress* yang sangat tinggi dan wilayah rawan air tinggi bertepatan dengan tingginya angka kejadian penyakit berbasis air di lokasi yang sama. Sehingga terdapat potensi bahwa dalam penentuan status kerawanan air (WSI) diperlukan juga analisis tambahan berupa angka kejadian penyakit untuk memberikan prioritas dalam penyelesaian permasalahan faktor risiko penyakit berbasis air. Saran, indeks penyakit berbasis air bisa dipertimbangkan untuk secara langsung dapat dimasukkan dalam perhitungan formula WSI yang sudah ada.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terimakasih kepada Dekan Fakultas Ilmu Keolahragaan, Ketua Jurusan Ilmu Kesehatan Masyarakat dan Dosen Pembimbing atas terlaksananya kegiatan penelitian dengan lancar. Peneliti juga mengucapkan terima kasih kepada kepala sekolah, guru, karyawan serta siswa SD Negeri

Lamper Kidul 02 Semarang atas dukungan dan kerjasamanya. Terimakasih juga peneliti sampaikan kepada Petugas Puskesmas Lamper Tengah yang bersedia berpartisipasi dalam penelitian dan pihak-pihak lain yang telah membantu jalannya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Adisasmito, W., 2007. *Faktor Risiko Diare Pada Bayi Dan Balita Di Indonesia: Systematic Review Penelitian Akademik Bidang Kesehatan Masyarakat*, Makara Kesehatan, 11(1), pp. 1–10.

Ali, F., 2005. *Development of Water Stress Index As a Tool for the Assessment of Water Stress Areas in the Metropolitan Jakarta*, in AISDR 2005. Hongkong, pp. 7–13. Available at: http://www.kadinst.hku.hk/sdconf10/Papers_PDF/p551.pdf.

Anonym, 2008. *UNICEF Handbook on Water Quality*. UNICEF.

Anonym, 2015a. *Data Kemahasiswaan Universitas Negeri Semarang 2015*. Biro Administrasi Kepergawaiannya dan Kemahasiswaan. Semarang.

Anonym, 2015b. *Ternyata Bisa Cerita Pembangunan Air Minum dan Sanitasi Indonesia*. Edited by N. W. Mujahid, I. Lubis, A. Mardikanto, K. Mayang, and Cheerli. Jakarta: Sekretariat Kelompok Kerja AMPL.

Anonym, 2016. *Data Monografi Kelurahan*. Pemerintahan Kelurahan Sekaran, Kota Semarang.

Briggs, D., 1999. *Environmental Health Indicators: Frameworks and methodologies*, Protection of the Human Environment Occupational and Environmental Health Series, pp. 1–122.

Brown, A. dan Matlock, M. D., 2011. *A Review of Water Scarcity Indices and Methodologies*, The Sustainability Consortium, p. 19. doi: White Paper #106.

Burke, G., Cords, O. dan Jaffe, I., 2014. *Environmental Health Index for Urban Refugees in Delhi, India*. New Delhi.

Dickson, S. E., Schuster-Wallace, C. J. dan Newton, J. J., 2016. *Water Security Assessment Indicators: The Rural Context*, Water Resources Management, 30(5), pp. 1567–1604. doi: 10.1007/s11269-016-1254-5.

El-gafy, I. K. E., 2015. *The water poverty index as an assistant tool for drawing strategies of the Egyptian water sector*, Ain Shams Engineering Journal. Faculty of Engineering, Ain Shams University, 18(1). doi: 10.1016/j.asej.2015.09.008.

El Kharraz, J., El-Sadek, A., Ghaffaour, N. dan Mino, E., 2012. *Water Scarcity and Drought in WANA Countries*, Procedia Engineering, 33, pp. 14–29. doi: 10.1016/j.proeng.2012.01.1172.

Falkenmark, M., 1989. *The Massive Water Scarcity Now Threatening Africa: Why Isn't It Being Addressed?*, Ambio, 18(2), pp. 112–118. Available at: <http://www.jstor.org/stable/4313541>.

Howard, G., 2003. *Domestic Water Quantity, Service Level and Health*. Switzerland.

Kementerian Dalam Negeri. 2006. Peraturan Menteri Dalam Negeri Nomor 23 Tahun 2006. Jakarta: Kementerian Dalam Negeri

Kementerian Kesehatan RI. 1990. *Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 416/MENKES/PER/IX /1990*. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI

Kementerian Pekerjaan Umum. 2007. *Peraturan Menteri Pekerja Umum Nomor 18/PRT/M /2007*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum

Liuzzo, L., Noto, L. V., Arnone, E., Caracciolo, D. dan La Loggia, G., 2014. *Modifications in Water Resources Availability Under Climate Changes: A Case Study in a Sicilian Basin*, Water Resources Management, 29(4), pp. 1117–1135. doi: 10.1007/s11269-014-0864-z.

Moe, C. L., 2006. *Global challenges in water, sanitation dan health*, Journal of water and health, pp. 45–63.

Norman, E., Dunn, G., Bakker, K., Allen, D. dan de Albuquerque, R., 2013. *Water security assessment: integrating governance and freshwater indicators*, Water Resources Management, 27, pp. 535–551. doi: 10.1007/s11269-012-0200-4.

Pemerintah RI. 2015. *Peraturan Pemerintah Nomor 122 Tahun 2015*. Jakarta: Pemerintah RI

Sullivan, C., 2002. *Calculating a Water Poverty Index*, World Development, 30(7), pp. 1195–1210. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0305-750X\(02\)00035-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0305-750X(02)00035-9).

UNICEF Indonesia, 2012. Ringkasan kajian: Air Bersih, Sanitasi & Kebersihan. Jakarta: Unicef Indonesia.

WHO/UNICEF, 2015. *Update and MDG Assessment, World Health Organization*. doi: 10.1007/s13398-014-0173-7.2.