



BOOK CHAPTER

PIMNAS GenSoed 2020: Konsisten Berkontribusi di Era Pandemi

PIMNAS GenSoed 2020

Konsisten Berkontribusi di Era Pandemi

Editor:

Dr. Kuat Puji Prayitno, S.H., M.Hum.

Afik Hardanto, S.TP., M.Sc., PhD.

Dr. Wita Ramadhanti, SE., Ak., MSA.



UNIVERSITAS JENDERAL SOEDIRMAN
Gd. UNSOED Press
Jalan Prof. Dr. H.R. Boenyamin 708 Purwokerto
Kode Pos 53122 Kotak Pos 115
Telepon (0281) 626070
Email: unsoedpress@unsoed.ac.id

ISBN 978-623-6783-08-5



9 786236 783085



**BOOK
CHAPTER**

BOOK CHAPTER

“PIMNAS GenSoed 2020 : Konsisten Berkontribusi di Era Pandemi”

Editor: Dr. Kuat Puji Prayitno, S.H., M.Hum;
Afik Hardanto, S.TP., M.Sc., PhD.; dan
Dr. Wita Ramadhanti, SE., Ak., MSA.



Penerbit
Universitas Jenderal Soedirman
2020

BOOK CHAPTER

**PIMNAS GenSoed 2020 :
Konsisten Berkontribusi di Era Pandemi**

© 2020 Universitas Jenderal Soedirman

Cetakan Kesatu, November 2020

Hak Cipta dilindungi Undang-undang
All Right Reserved

Editor Isi:

Dr. Kuat Puji Prayitno, S.H., M.Hum
Afik Hardanto, S.TP., M.Sc., PhD.
Dr. Wita Ramadhanti, SE., Ak., MSA.

Editor Bahasa:

Gita Anggria Resticka, S. S., M.A.
Erwita Nurdiyanto, S. S., M.A.

Diterbitkan oleh:

UNIVERSITAS JENDERAL SOEDIRMAN
Gd. BPU Percetakan dan Penerbitan (UNSOED Press)
Telp. (0281) 626070
Email: unsoedpress@unsoed.ac.id



Anggota

Asosiasi Penerbit Perguruan Tinggi Indonesia

Nomor : 003.027.1.03.2018

xv + 175 hal., 15 x 23 cm

ISBN : 978-623-6783-08-5

*Dilarang mengutip dan memperbanyak tanpa izin tertulis dari penerbit,
sebagian atau seluruhnya dalam bentuk apapun, baik cetak,
photoprint, microfilm dan sebagainya.*

KATA PENGANTAR

REKTOR UNIVERSITAS JENDERAL SOEDIRMAN

Universitas Jenderal Soedirman memiliki visi pada tahun 2034 “Diakui dunia sebagai pusat pengembangan sumber daya perdesaan dan kearifan lokal” dengan salah satu misinya yaitu menyelenggarakan pembelajaran berkualitas tinggi untuk menghasilkan lulusan yang berkarakter, berkualitas, dan berdaya saing tinggi. Visi dan misi Unsoed ini sejalan dengan salah satu indikator capaian kinerja kampus merdeka belajar bahwa mahasiswa mendapatkan pengalaman di luar kampus melalui magang, proyek desa, mengajar, riset, berwirausaha, serta pertukaran pelajar, dapat diraih dengan kegiatan kemahasiswaan melalui Program Kreativitas Mahasiswa (PKM).

Universitas Jenderal Soedirman telah mengupayakan berbagai insentif bagi mahasiswa agar mengikuti PKM dan memperoleh pendanaan serta masuk dan menjurai PIMNAS. Insentif awal adalah pemberian pembiayaan cetak bagi tim yang upload PKM. Kedua, jika berhasil memperoleh pendanaan PKM dan maju serta memenangkan Pekan Ilmiah Mahasiswa Nasional (PIMNAS), mahasiswa dapat penghargaan berupa penyetaraan PKM sehingga bebas Kuliah Kerja Nyata dan bebas Skripsi. Sebagai hasilnya tahun ini Unsoed mendapatkan pendanaan 10 besar pendanaan PKM AI/GT dan GFK sebanyak 7 PKM. Pada kategori PKM 5 bidang, Unsoed mendapatkan ranking ke 12 dengan 60 PKM didanai.

Pada Tahun 2020 salah satu kemajuan bagi Unsoed dengan adanya 15 tim yang melaju ke PIMNAS mendapatkan pendanaan PKM. Hal ini menjadikan Unsoed ranking ke 12 nasional dalam jumlah kampus dengan tim PKM terbanyak yang berpartisipasi pada PIMNAS. Berdasarkan hal tersebut maka Unsoed berinisiatif untuk membukukan artikel ilmiah luaran PKM PIMNAS dalam *book chapter*. Semoga *book chapter* PKM 2020 ini dapat menyemangati para mahasiswa tahun-tahun selanjutnya untuk berlomba-lomba mendapatkan pendanaan PKM, melaju dan menjadi juara PIMNAS dan menjadi tradisi untuk membuat *book chapter* bagi PKM di tahun-tahun mendatang.

Purwokerto, 9 November 2020



Prof. Dr. Ir. Soewarto, M.S.

DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Kata Pengantar Rektor Universitas Jenderal Soedirman	iii
Daftar Isi.....	v
Kontributor	viii
Catatan Editor	xii
SUB CHAPTER I: PROGRAM KREATIVITAS MAHASISWA PENELITIAN EKSAKTA (PKM-PE)	1
1. Bismut Ferit Lantanum sebagai Penyerap Gelombang Mikro Berbahan Dasar Pasir Besi Cilacap (Riski Nurhidayah, Disa Nurhajizah, Maria Soviana, dan Mukhtar Effendi)	3
2. Aktivitas Anti Fungi Ekstrak Limbah <i>Baglog</i> Jamur Tiram sebagai Agen Pengendali Jamur <i>Colletotrichum Sp</i> pada Tanaman Cabai (Siti Nur Aeni, Feby Laelia Nur Hibah, Regata Ringga Hanessa Putry, dan Purwanto).....	17
3. Desain Fotokatalis Perak Fosfat Terfasilitasi Jintan Hitam sebagai Pendegradasi Limbah Cair Tekstil (Azizah Purwanti, Dewi Nur Riskiana, Lidya Cahyo Bawono dan Uyi Sulaeman)	31
4. Mikroenkapsulasi Asap Cair Berbasis Sekam Padi Sebagai Pengawet Pada Tahu Putih (Imtiyazul Aghniya, Ajeng Cahyaningtyas, Pramudya Wisanggeni, dan Santi Nur Handayani).....	44
SUB CHAPTER II: PROGRAM KREATIVITAS MAHASISWA KEWIRAUSAHAAN (PKMK).....	57
5. Gel Bawang Merah dan Minyak Zaitun sebagai Obat Topikal (Istna Faika Luthfia, Dinda Putri Bestari, Fitri Astuti, Purnandini Elsa Des Ananti, dan G.H. Sumartono) ..	59
6. <i>Inclusive Traditional Fashion: Pengembangan Usaha Sosial Pakaian Tradisional Ramah Tunanetra (Padiratu)</i> (Cynthia Setiawan Putri, Nursamsi Ramadhanti, Fauzan Djiwandono, Ika Melindha Swastiti, dan Tri Rini Widyastuti).	65

7. Sabun Cuci Piring dari Minyak Jelantah dengan Bahan Aktif Zeolit (Amaliah Nur Aini, Edy Permana Setyawan, Putri Hasna Maharani Zaen, Sefirstya Shabrinazzahrani, dan Indah Setiawati)	78
8. <i>Totobag Botanical Print</i> sebagai Upaya Mendukung Industri Kreatif Ramah (Muhammad Fais Rizqy, Rizqita Radhiahma, Putri Hasna, dan Indah Setiawati).....	89
SUB CHAPTER III: PROGRAM KREATIVITAS MAHASISWA KARSA CIPTA (PKM-KC)	101
9. Implemen Pencabut Batang Jagung (Maulana Bimantara, Naufal Fikri Revora, Wulan Pratiwi, dan Arief Sudarmaji) ...	103
10. Mikro Turbin Angin Aerodinamika Kendaraan Sebagai Sumber Energi Listrik Akumulator Kendaraan Bermotor (Fabian Roshan, Andrian, Irkhas Ismaya Ramadhanu, dan Arief Sudarmaji)	113
11. Rancang Bangun Alat Pemotong Mayang Dan Penampung Nira Kelapa Semi Mekanik Untuk Mempermudah Proses Penyadapan (Ashfa Nur Faizah, Adib Ajuba, Nur Auffary Al Fattah, dan Abdul Mukhlis Ritonga).....	123
12. Rancang Bangun Alat Penghitung Benih <i>Untouch</i> berbasis <i>Raspberry Pi 3 Model B</i> dan Sensor <i>Infrared</i> pada Budidaya Udang (Shoimatun Ni'matur, Nandita Ika Qothrunnada, Pipit Nuryadi, dan Hartono)	130
SUB CHAPTER IV: PROGRAM KREATIVITAS MAHASISWA PENGABDIAN MASYARAKAT (PKMM)	141
13. Gerakan Sadar Agraria sebagai Jaminan Kepastian Hak Atas Tanah bagi Penerima Program Keluarga Harapan di Desa Jompo Kulon, Kabupaten Banyumas (Ginang Syahputra, Darul Rafik, Azriel Fatahillah Lazuardiansyah, Salsabillah Choirunnisa, Aliffia Nanda Syahroni dan Tedi Sudrajat).....	143
SUB CHAPTER V: PROGRAM KREATIVITAS MAHASISWA GAGASAN TERTULIS (PKM-GT)	151
14. Teknologi <i>Rain Harvesting</i> dalam Konsep <i>Pump and Sponge City</i>, Menuju Kawasan Urban Bebas Banjir dan Krisis Air Bersih (Jeane Claude Tanjung, Alifatin Fadhilah, Dimas Arifin, dan Afik Hardanto).....	153

<i>SUB CHAPTER VI: PROGRAM KREATIVITAS MAHASISWA GAGASAN FUTURISTIK KONSTRUKTIF (PKM-GFK)</i>	167
15. Kesetaraan Gender: Pelindung yang Terundung (Nurcholis Aprian, Prasetyo Punto Wicaksono, Rima Rahmawati Putri, dan Petrus Imam Prawoto Jati)	169

**14. TEKNOLOGI RAIN HARVESTING
DALAM KONSEP PUMP AND SPONGE CITY
MENUJU KAWASAN URBAN BEBAS BANJIR
DAN KRISIS AIR BERSIH**

**Jeane Claudea Tanjung, Alifatin Fadhilah, Dimas Arifin, dan Afik
Hardanto***

Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman

*Corresponding author: hardanto.unsoed@gmail.com

ABSTRACT

World population growth in the past two decades has increased, especially in developing countries such as Indonesia. The need for housing has also increased, this has resulted in land conversion occurring in several cities. This problem is characterized by the occurrence of floods during the rainy season and difficulty in getting clean water during the dry season. The decline in the function of water resources, especially in urban areas, occurs because the ability to replenish groundwater through the infiltration process is very small during the rainy season, so that in the dry season there is a drought due to the absence of ground water reserves. With various literature studies, the concept of Pump and Sponge City was initiated, which is an area that has the ability to fill and optimize ground water storage during the rainy season, such as the function of a sponge so that there is no flooding and vice versa can be pumped.) groundwater during the dry season. The purpose of this paper is to overcome excess surface water during the rainy season and water drought due to low groundwater reserves. If rain harvesting technology can be applied to urban areas, it will be able to significantly reduce the main cause of flooding (namely run off) and increase water recharge in ground water storage which will be harvested when the dry season arrives so that it becomes an urban area due to flooding and a clean water crisis.

Keywords: *drought, flood, clean water crisis, pump and sponge city, rain harvesting technology*

ABSTRAK

Pertumbuhan penduduk dunia dalam dua dekade mengalami peningkatan, terutama di kawasan negara berkembang seperti Indonesia. Kebutuhan tempat tinggal meningkat, hal tersebut mengakibatkan terjadinya alih fungsi lahan yang terjadi di beberapa kota. Permasalahan tersebut ditandai dengan kejadian banjir pada musim hujan dan kesulitan air air bersih pada musim kemarau. Penurunan fungsi sumberdaya air

khususnya kawasan urban terjadi karena kemampuan pengisian air tanah melalui proses infiltrasi sangat kecil pada saat musim hujan, sehingga pada musim kemarau terjadi kekeringan karena tidak adanya cadangan air dalam tanah (ground water). Dengan berbagai studi literatur maka, dicetuskan konsep Pump and Sponge City, yaitu kawasan yang memiliki kemampuan mengisi dan mengoptimalkan cadangan air tanah (ground water storage) pada musim hujan seperti layaknya fungsi spon (sponge) sehingga tidak terjadi banjir dan sebaliknya bisa dilakukan pemompaan (pump) air tanah pada musim kemarau. Tujuan dari tulisan ini yaitu mengatasi kelebihan air permukaan saat musim hujan dan kekeringan air karena cadangan air tanah sedikit. *Apabila teknologi rain harvesting bisa diterapkan pada kawasan urban maka, akan bisa menurunkan penyebab utama banjir (yaitu run off) secara signifikan dan mempertinggi water recharge pada ground water storage yang akan dipanen ketika musim kemarau tiba sehingga menjadi kawasan urban bebas banjir dan krisis air bersih.*

Kata kunci: banjir, kekeringan, krisis air bersih, pump and sponge city, teknologi rain harvesting

PENDAHULUAN

Pertumbuhan penduduk dunia dalam kurun waktu dua dekade mengalami peningkatan terutama di kawasan negara berkembang seperti Indonesia. Worldometer (2019) mengeluarkan data jumlah penduduk dunia tahun 2019 sebesar 7.8 Milyar jiwa sedangkan tahun 1999 baru sebesar 6 Milyar jiwa, atau naik sekitar 1.8 juta jiwa dalam kurun waktu dua puluh tahun terakhir. Jumlah ini diprediksi terus mengalami peningkatan sampai 10 Milyar jiwa pada tahun 2057. Pertumbuhan penduduk tertinggi terjadi pada negara berkembang. Indonesia berada pada peringkat keempat dunia dengan jumlah penduduk pada tahun 2019 sekitar 240 juta jiwa (United Nations, 2019). Pertumbuhan penduduk tersebut selain menjadi kekuatan juga mengakibatkan permasalahan, diantaranya penyediaan kebutuhan primer ataupun sekunder salah satunya adalah tempat tinggal (Nelson et al., 2016; Rees et al., 2017; Dawson et al., 2019).

Peningkatan kebutuhan tempat tinggal menyebabkan terjadinya alih fungsi lahan. Menurut Muhammad (2019), terjadi peningkatan signifikan lahan pemukiman hanya dalam kurun waktu 10 tahun di beberapa kota Indonesia, yaitu Bandung, Yogyakarta, Bandar Lampung, Surabaya, dan Banjarmasin. Perubahan tersebut memiliki dampak langsung terutama penurunan kualitas dan kuantitas sumberdaya air di wilayah urban (Hoekstra, Buurman dan van Ginkel, 2018). Permasalahan

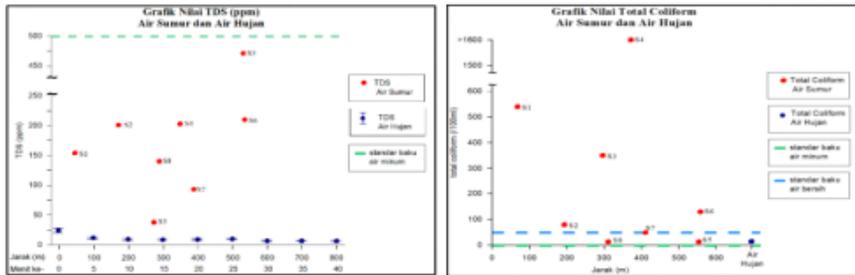
tersebut ditandai dengan kejadian banjir pada musim hujan dan kesulitan air air bersih pada musim kemarau (Rosyiedie, 2013). Perubahan Beberapa kota yang dilaporkan mengalami kondisi tersebut dan berpotensi masih terus berlanjut karena belum ada penanganan secara konseptual dan berkelanjutan diantaranya, yaitu: Bogor, Jakarta, Yogyakarta, Surabaya, dan Semarang (Tanuwidjaya dan Widjaya, 2010; Rosyiedie, 2013; Tarigan et al., 2016; Muntalif et al., 2017).

Penurunan fungsi sumberdaya air khususnya kawasan urban akibat perubahan fungsi tutupan lahan terjadi karena kemampuan pengisian air tanah melalui proses infiltrasi sangat kecil (sekitar 5% dari total curah hujan, (Wootton-Beard et al., 2016) pada saat musim hujan karena air hujan sebagian besar menjadi aliran permukaan (run off) yang langsung dialirkan ke sungai menuju ke laut. Sehingga pada musim kemarau terjadi kekeringan karena tidak adanya cadangan air dalam tanah (ground water). Oleh karena itu, kawasan perkotaan perlu di desain menjadi kawasan perkotaan dengan konsep Pump and Sponge City, yaitu kawasan yang memiliki kemampuan mengisi dan mengoptimalkan cadangan air tanah (ground water storage) pada musim hujan seperti layaknya fungsi spon (sponge) sehingga tidak terjadi banjir dan sebaliknya bisa dilakukan pemompaan (pump) air tanah pada musim kemarau. Sehingga permasalahan banjir karena kelebihan air permukaan di musim hujan dan kekeringan air karena cadangan air tanah sedikit, tidak menjadi masalah sepanjang tahun pada kawasan urban “pump and sponge city”. Konsep sponge city sudah diterapkan di beberapa wilayah kota besar di Dunia dengan berbagai variasi pendekatan (Wang et al., 2018).

Mengingat pentingnya keberlanjutan dan kelestarian sumberdaya air tersebut, forum negara-negara didunia menjadikannya sebagai salah satu komitmennya yang tertuang dalam Sustainable Development Goals (SDG's) sasaran ke enam (WWF, 2019), yaitu akses air bersih pada tahun 2030 harus dimiliki setiap orang. Oleh karena itu diperlukan strategi untuk mengantisipasi sekaligus memenuhi target tersebut. Salah satu strategi tersebut adalah dengan teknologi terapan yang mudah diadaptasi oleh masyarakat negara berkembang (developing country) baik dalam rancang bangunnya maupun perawatannya.

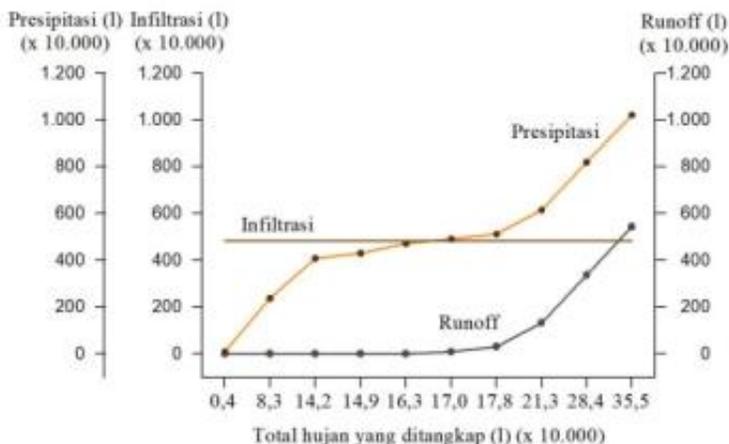
Teknologi memanen air hujan (rain harvesting) sebenarnya secara konseptual sudah dilakukan oleh nenek moyang kita terutama di daerah krisis air bersih dimusim kemarau (Mas'ad dan Yuliani, 2018), yaitu dengan jalan membuat bak penampung air hujan yang diinstalasikan dengan atap rumah. Kekurangan dari teknologi sederhana ini adalah tidak terkoneksi dengan air tanah dan tidak ada sistem filtrasi selama penampungan, sehingga proses pengisian air tanah tidak optimal dan air hujan yang ditampung masih mengandung kotoran dari atap rumah. Menurut penelitian Akbar (2019), kualitas air hujan jauh lebih baik dari

air sumur apabila mengacu pada standar air layak minum yang diterbitkan oleh Kementerian Kesehatan Republik Indonesia NO No. 492/MENKES/PER/IV/2010 tentang air baku minum, yaitu dari parameter: kandungan solid terlarut (TDS), kandungan bakteri coli form, bau, warna, dan rasa (Gambar 1). Sedangkan tantangan kualitas air hujan adalah kandungan pH nya yang rendah sehingga diperlukan teknologi lanjutan agar bisa memenuhi kualitas air layak dan siap minum.



Gambar 1. Salah satu hasil uji kualitas air hujan dengan air sumur di Desa Kaliori, Kabupaten Banyumas yang menunjukkan air hujan lebih baik daripada air sumur sesuai dengan standar Kementerian Kesehatan RI No. 492/MENKES/PER/IV/2010 tentang air baku minum, yaitu Total Dissolved Solid (TDS; kiri) dan kandungan bakteri coli form (kanan).

Selain aspek potensi air hujan sebagai solusi pemenuhan air minum berkualitas, teknologi rain harvesting juga memiliki kemampuan melakukan pengisian air tanah secara signifikan. Menurut penelitian Utari (2019) diketahui bahwa dengan adanya pemasangan teknologi rain harvesting pada lahan pemukiman di Desa Kaliori (Kabupaten Banyumas), mampu mengurangi aliran permukaan hingga 68% karena air hujan yang jatuh ke atap rumah ditampung pada bak penampung (1.5 m³, sesuai dengan kebutuhan air bersih satu rumah tangga), dengan kelebihan air tampungan disalurkan pada sumur resapan dengan kapasitas 5 m³ yaitu kemampuan diatas hujan maksimum di Kabupaten Banyumas dalam kurun waktu 10 tahun terakhir (Gambar 2).



Gambar 2. Potensi penyimpanan air tanah dan pengurangan aliran permukaan dengan asumsi seluruh rumah di Desa Kaliori (Kabupaten Banyumas) dilakukan instalasi teknologi rain harvesting (Utari, 2019).

Oleh karena itu, tujuan yang ingin dicapai dari ide penulisan ini adalah mencari metode dalam mengimplementasikan konsep pump and sponge city untuk mengatasi krisis air bersih pada musim kemarau dan banjir dimusim hujan dengan teknologi sepadan (appropriate technology) bagi masyarakat urban di negara berkembang seperti Indonesia, sehingga diharapkan solusi tersebut mudah diadopsi dan berkelanjutan. Pada tataran pemegang kebijakan, gagasan ini dapat menjadi pertimbangan dalam pemberian ijin pendirian bangunan (penduduk atau industri) agar teknologi rain harvesting menjadi bagian penting pendirian bangunan.

METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode non eksperimen, yaitu hanya dengan menggunakan studi literatur dari berbagai referensi. Mencari informasi terkait data-data yang diperlukan untuk memperkuat argumentasi disertai dengan sitasinya. Kemudian, mengacu pada penelitian yang telah ada dan membandingkan dengan solusi yang pernah ditawarkan sebelumnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Kondisi terkini pencetus gagasan

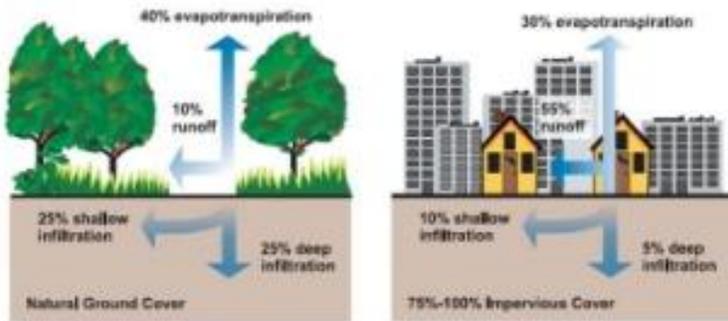
Bencana yang berkaitan dengan sumberdaya air terutama di daerah perkotaan adalah sulitnya akses terhadap air bersih terutama di musim kemarau, hal sesuai dengan komitmen sasaran ke enam Sustainable

Development Goal's (SDG's) yaitu kemudahan akses air bersih bagi manusia di tahun 2030 (WWF, 2019). Sulitnya akses terhadap air bersih ini diperparah dengan adanya El Nino yang menyebabkan waktu kering menjadi semakin lama (CNN, 2019). Bahkan Presiden Joko Widodo menegaskan bahwa Jawa, Bali, dan Nusa Tenggara Defisit air bersih sejak 1995 dan berpotensi akan terus terjadi (Tirto.id, 2019). Dilaporkan sejak tahun 2017, kekeringan dan sulitnya akses air bersih melanda 105 kabupaten/kota, 715 kecamatan, serta 2.726 kelurahan/desa. Sehingga apabila musim kemarau tiba, kekeringan merupakan ancaman serius dalam pemenuhan kebutuhan primer masyarakat terhadap air bersih.

Sebaliknya, apabila memasuki musim hujan yang ekstrim, bahaya banjir mengancam wilayah Indonesia terutama dikawasan perkotaan yang merupakan hilir Daerah Aliran Sungai (DAS). Bencana banjir dilaporkan melanda kota-kota besar di Indonesia, diantaranya: Surabaya, Semarang, Jakarta, Bandung, dll (Tanuwidjaya dan Widjaya, 2010; Rosyiedie, 2013; Tarigan et al., 2016). Penyebab utama banjir yang terjadi di Bandung, menurut (Rosyiedie, 2013; Tarigan et al., 2016) selain karena unsur iklim yang ekstrim juga disebabkan tingginya urbanisasi masyarakat ke Bandung sebagai kota industri dan pendidikan sehingga penurunan fungsi lahan untuk menyimpan air menjadi berkurang sehingga air hujan sebagian besar menjadi aliran permukaan yang melebihi kapasitas sungai sehingga menimbulkan banjir. Hal senada juga diungkapkan oleh (Tanuwidjaya dan Widjaya, 2010), yang mengatakan bahwa tata ruang kota Surabaya merupakan penyebab utama banjir yang terjadi pada setiap musim hujan. Urbanisasi adalah suatu keniscayaan karena tuntutan ekonomi dan pertambahan penduduk, sehinggaantisipasi dan adaptasi manusia dalam melakukan penataan kawasan serta mengoptimalkan fungsi hidrologi menjadi satu potensi solusi yang bisa dilakukan.

Perubahan lahan bukaan (natural landscape) menjadi kawasan pemukiman memiliki hubungan langsung dengan penyebab utama krisis sumberdaya air yang terjadi, baik musim kemarau maupun penghujan. Menurut Wootton-Beard et al. (2016), terjadi peningkatan hampir lima kali lipat aliran permukaan akibat perubahan fungsi lahan dari natural landscape (~10%) menjadi developed landscape (~55%). Angka tersebut sangat signifikan karena mengurangi laju infiltrasi atau pengisian air tanah (ground water storage) hingga 75% (Gambar 3). Tingginya aliran permukaan dan kecilnya laju infiltrasi di daerah pemukiman yang menjadi penyebab banjir ketika curah hujan tinggi (>100 mm/hari) dengan durasi lebih dari 5 jam/hari karena desain saluran drainase dan sungai di Indonesia tidak bisa menampung aliran permukaan dengan debit diatas 10 m³/detik. Selain itu, karena kecilnya pengisian air tanah selama musim hujan, maka cadangan air tanah pun tidak bisa bertahan sampai musim kemarau tiba. Sehingga banjir dimusim hujan dan

kekeringan dimusim kemarau menjadi ancaman yang sudah terjadi dan akan semakin membesar sejalan dengan tingginya alih fungsi lahan dan pembangunan kawasan urban yang tidak terkendali di beberapa kota di Indonesia (Muhammad, 2019).



Gambar 3. Kondisi penurunan fungsi hidrologi akibat alih fungsi lahan natural landscape menjadi kawasan pemukiman

Berdasarkan keseimbangan air (Persamaan 1, Elizabeth dan Robert, 2013) dimana air hujan (P) berbanding lurus dari penjumlahan evapotranspirasi (ET), run off (R), interbasin transfer (infiltrasi dan perkolasi, ΔW) dan ground water change (ΔS) maka prinsip teknologi rain harvesting adalah mengoptimalkan proses infiltrasi dan perkolasi untuk mengurangi run off dan mempertinggi recharge ground water storage secara signifikan (Utari, 2019)

$$P = ET + R \pm \Delta W \pm \Delta S \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

- ET = (Evapo-) Transpirasi (mm)
- P = Precipitation (hujan, mm)
- R = Run off (Aliran permukaan, mm)
- ΔW = Withdraw, diversion atau interbasin transfer (mm)
- ΔS = Ground water change (recharge or discharge, mm)

b. Solusi yang pernah diterapkan

Permasalahan kawasan yang berkaitan dengan sumberdaya air, seharusnya ditangani secara menyeluruh tanpa mempertimbangkan batas administrasi yaitu penanganan one river one management yaitu satu sistem sungai utama dalam satu manajemen lintas administrasi, sosial budaya, pengguna, dan lain-lain. Kemudian muncul konsep berikutnya yang dikeluarkan oleh para ahli hidrologi yaitu integrated water resource management (IWRM, 2019). Kedua konsep tersebut pada dasarnya adalah penanganan secara terpadu satu kawasan hidrologis.

Sampai saat ini, konsep pengelolaan DAS secara menyeluruh dan terintegrasi belum berhasil diterapkan di Indonesia karena karakteristik Indonesia yang majemuk dari mulai suku, agama, budaya, dan tata kelola wilayah (Wulandarai dan Ilyas, 2019). Hal ini bisa dilihat seperti pengelolaan DAS Citarum (lintas provinsi), dimana Jakarta sebagai daerah hilirnya yang selalu menjadi langganan banjir pada saat hujan lebat terjadi di kawasan puncak bogor sebagai hulunya (Asdak, Supian dan Subiyanto, 2018), karena adanya desentralisasi sistem pemerintahan menjadikan koordinasi antara Jakarta dan Bogor sulit untuk mencari solusi integral dan paripurna. Contoh lain adalah kejadian di DAS Serayu-Citanduy, dimana kawasan hulu digunakan sebagai aktivitas pertanian secara intensif menjadikan kawasan yang seharusnya sebagai tangkapan air (catchment area) menjadi hilang dan seluruh aliran air beserta tanah terlarut menjadi masalah di daerah tengah (waduk Mrica, Banjarnegara) dengan tingginya sedimentasi dan daerah hilir (Segara Anakan, Cilacap) dengan permasalahan sedimentasi, banjir dan kekeringan (Ardli dan Wolff, 2009).

Penanganan sektoral juga diperlukan dalam kondisi kemajemukan yang ada, sehingga permasalahan besar tersebut bisa dikurangi risikonya dengan tindakan sektoral khususnya di wilayah urban yang lokasinya berada di tengah dan hilir suatu DAS. Salah satu konsep sektoral di kawasan urban yaitu dengan menjadikan kawasan tersebut memiliki sifat “Pump and Sponge”. Prinsip dari konsep tersebut adalah, memanfaatkan seluruh air hujan yang terjadi untuk kebutuhan domestik rumah tangga dan memasukkan kelebihannya ke cadangan air tanah. Tanah dijadikan memiliki sifat seperti spon yang dimaksimalkan pengisian air tanah pada saat kelebihan input air hujan dimusim penghujan, dan dapat diambil (dipompa “pump”) pada musim kemarau pada saat tidak ada lagi air permukaan. Teknologi lubang biopori sudah diterapkan tetapi karena volume lubang biopori terbatas tidak sebanding dengan besarnya aliran permukaan maka beberapa kawasan yang memiliki hujan ekstrim seperti Purwokerto masih terjadi kelebihan aliran permukaan. Selain itu, teknologi tersebut tidak menggunakan air hujan yang memiliki sifat air minum yang lebih baik dari air tanah (Akbar, 2019), tidak dimanfaatkan terlebih dahulu untuk pemenuhan kebutuhan domestik sehingga terjadi pemanfaatan yang kurang optimal. Berbeda dengan teknologi rain harvesting yang memanfaatkan air hujan untuk pemenuhan air domestik, kemudian 100% kelebihannya dimasukkan dalam cadangan air tanah melalui sumur resapan (Gambar 4; Akbar, 2019).



Gambar 4. Proses pemanenan air hujan yang dilakukan instalasi bersama dengan sumur resapan dengan teknologi rain harvesting mampu menangkap 100% air hujan yang jatuh di atap rumah untuk memenuhi kebutuhan domestik dan pengisian air tanah

c. Dampak apabila ide diimplementasikan

Teknologi rain harvesting mampu mengoptimalkan kapasitas air tanah sebagai penyimpan air (water storage) seperti spon, dan mampu memberikan suplai air pada saat musim kemarau karena pergerakan air tanah yang sangat rendah (~29.45 cm/hari, Ahmad et al., 2008) daripada air permukaan (tergantung kemiringan dan tekstur tanah, (Nearing et al., 1999). Apabila teknologi rain harvesting dipasang secara masif dalam kawasan urban, maka secara signifikan akan mampu mengoptimalkan potensi air hujan dan ground water storage dalam konsep pump and sponge city untuk menyelesaikan permasalahan pemenuhan air bersih dan melimpahnya air hujan seperti komitmen ke enam yang ditetapkan dalam SDG's (Utari, 2019; Akbar, 2019; WWF, 2019; Wootton-Beard et al., 2016).

d. Pihak-pihak yang dilibatkan

Keberhasilan gagasan tersebut akan berhasil apabila mendapat dukungan dari berbagai pihak, diantaranya:

1. Pemerintah: Pemerintah harus hadir sebagai pembuat regulasi, diantaranya melalui aturan penerbitan ijin mendirikan bangunan (IMB) yang harus menyertakan instalasi teknologi rain harvesting serta sumur resapan pada daerah urban rawan banjir dan kekeringan.

2. Komunitas masyarakat: Melalui komunitas-komunitas pecinta lingkungan melakukan edukasi sehingga menumbuhkan kesadaran personal maupun kolektif terkait lingkungan sumberdaya air, salah satunya tentang teknologi rain harvesting. Beberapa kegiatan yang dilakukan melalui gerakan sosial masyarakat adalah faktor penting, hal ini terbukti pada beberapa isu seperti gerakan cinta sungai code (Brontowiyono, Wardhana dan Wacano, 2019), gerakan peduli lereng Merapi-Merbabu terkait konservasi (Riastika, 2012), gerakan bebas sampah di kota Bandung (Syahli dan Sekarningrum, 2017), dan masih banyak lagi keberhasilan suatu program yang menjadikan komunitas masyarakat sebagai motor penggerak utama.
 3. Akademisi dan peneliti: Memiliki peran dalam melakukan edukasi kepada masyarakat atau stake holder lain berdasarkan hasil penelitian, sehingga yang dilakukan bisa terukur dan terarah. Ide teknologi rain harvesting akan banyak dinamika perkembangannya, seperti: optimasi penyimpanan air hujan didalam rumah, teknologi drinkable pada air hujan, optimasi ground water storage pada jenis tanah yang porus, dan lain-lain.
- e. Langkah-langkah strategis yang harus dilakukan
- Langkah-langkah strategis yang bisa dilakukan adalah:
1. Memasukkan teknologi rain harvesting dalam aturan IMB terutama dikawasan perumahan rawan banjir dan krisis air bersih. Tindakan melalui hukum positif akan memaksa masyarakat melakukan baik dengan terpaksa ataupun kerelaan. Tindakan ini akan berhasil apabila pemerintah selain melakukan pendekatan aturan juga hadir dalam kegiatan yang sifatnya edukatif sebagai wujud kesungguhannya.
 2. Melakukan edukasi dan sosialisasi secara terus menerus tentang pentingnya menjaga lingkungan hidup terutama sumberdaya air dan optimasi pemanfaatan air hujan. Langkah tersebut penting agar memunculkan kesadaran secara personal maupun komunal di masyarakat sehingga program bisa berkelanjutan.
 3. Adanya reward and punishment. Konsep penghargaan (reward) bagi masyarakat yang menjalankan diharapkan menjadi stimulan sedangkan hukuman (punishment) diharapkan menjadi pagar terhadap perilaku masyarakat yang membahayakan terwujudnya tujuan pembangunan kota bebas banjir dan krisis air bersih.
 4. Melakukan lomba-lomba lingkungan hidup. Kegiatan ini bertujuan agar gerakan sadar sumberdaya air menjadi kebanggaan bagi masyarakat dan saling berlomba dalam menjaga nya. Perlombaan bisa dilakukan antar komunitas pecinta dan

- penggerak lingkungan ataupun personal masyarakat sehingga bisa menjadi contoh bagi yang lain.
5. Pendekatan melalui budaya melalui komunitas masyarakat. Budaya merupakan suatu kegiatan yang memiliki jaminan keberlanjutan karena kesadaran tumbuh dalam diri masyarakat sehingga mereka pula lah yang akan menjaganya.

KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Teknologi rain harvesting memegang peranan penting dalam konsep pump and sponge city, karena kemampuannya dalam menurunkan nilai aliran permukaan (run off) dan pengisian ground water storage secara signifikan. Run off sebagai penyebab utama banjir, sedangkan pengisian optimum ground water storage adalah cadangan air bersih yang bisa dipanen ketika musim kemarau datang. Teknologi tersebut bisa diimplementasikan dengan pendekatan memaksa melalui regulasi pemerintah (contoh: teknologi rain harvesting sebagai bagian dari persyaratan IMB) atau dengan kesadaran melalui edukasi yang dilakukan oleh komunitas peduli sumberdaya air, akademisi, dan budaya. Apabila teknologi rain harvesting bisa diterapkan pada kawasan urban maka berdasarkan konsep kesetimbangan air, akan bisa menurunkan penyebab utama banjir (yaitu run off) secara signifikan dan mempertinggi water recharge pada ground water storage yang akan dipanen ketika musim kemarau tiba sehingga menjadi kawasan urban bebas banjir dan krisis air bersih.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada kementerian pendidikan dan kebudayaan yang telah menyelenggarakan program kreativitas mahasiswa sebagai sebuah program pengembangan dan penalaran kreativitas mahasiswa. Terima kasih juga kepada dosen pembimbing yang telah membimbing dalam kegiatan ini.

REFERENSI

- Ahmad M, J.A. Tariq, M. Rafique, N. Iqbal, M.A. Choudry, dan R.M. Qureshi. 2008. Measurement of Groundwater Flow Velocity at Chashnupp Unit-2 Site Using Radiotracer Technique. P.O. Nilore. Islamabad. Pakistan
- Ardli, E. R. dan M. Wolff. 2009. Land use and land cover change affecting habitat distribution in the Segara Anakan lagoon, Java, Indonesia. *Regional Environmental Change*. 9 (4): 235–243

- Asdak, C., S. Supian, dan Subiyanto. 2018. Watershed management strategies for flood mitigation: A case study of Jakarta's flooding. *Weather and Climate Extremes*, 1 (21): 117–122.
- Brontowiyono, W., R.K. Wardhana, dan D. Wacano. 2019. Suitability Conservation Types Analysis of Panglima Besar Soedirman Reservoir. *MATEC Web of Conferences*. 1 (2): 270-280.
- Dawson, I. K. S.J. Attwood, S.E. Park, R. Jamnadass, dan L. Graudal. 2019. Contributions of biodiversity to the sustainable intensification of food production. *Global Food Security*. 21 (2): 23–37.
- Hoekstra, A. Y., J. Buurman, dan K.C.H. van Ginkel. 2018. Urban water security: A review. *Environmental Research Letters*. 13 (5): 56-89.
- Mas'ad, M. dan S. Yuliani. 2018. Kearifan Lokal Masyarakat Dalam Memanfaatkan Lahang Kering di Desa Bumi Pajo Kecamatan Donggo Kabupaten Bima. *Paedagoria FKIP UMMat*. 6 (2): 11-25.
- Muntalif, B. S., A. Nastiti, D. Roosmini, A. Sudrajat, dan A.J.M. Smits. 2017. Household Water Supply Strategies in Urban Bandung, Indonesia: Findings and Implications for Future Water Access Reporting. *J. Eng. Technol. Sci*. 49 (6): 811-832.
- Muhammad, R. 2019. Kepadatan penduduk, pembangunan kota dan Urban Heat Island di lima kota Indonesia. *Skripsi*. Universitas Katholik Parahyangan. Bandung.
- Nearing, M. A., J.R. Simanton, L.D. Norton, S.J. Bulygin, dan J. Stone. 1999. 1. Soil erosion by surface water flow on a stony, semiarid hillslope. *Earth Surface and Processes Landform*. 24 (8): 677–686.
- Nelson, M. C. et al. .2016. Climate challenges, vulnerabilities, and food security', *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 113 (2): 298–303.
- Rees, P. et al. 2017. The Impact of Internal Migration on Population Redistribution: an International Comparison: The Impact of Internal Migration', *Population, Space and Place*. 23 (6): 16-32.
- Riastika, M. 2012. Pengelolaan Air Tanah Berbasis Konservasi di Recharge Area Boyolali (Studi Kasus Recharge Area Cepogo, Boyolali, Jawa Tengah). *Jurnal Ilmu Lingkungan*. 9 (2): 86-106.
- Rosyiedie, A. 2013. Banjir: Fakta dan Dampaknya, Serta Pengaruh dari Perubahan Guna Lahan. *Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota*. 24 (3): 241–249.
- Syahli, R. dan B. Sekarningrum. 2017. Pengelolaan Sampah Berbasis Modal Sosial Masyarakat. *Jurnal Pemikiran dan Penelitian Sosiologi*. 1 (2): 143–151.

- Tanuwidjaya, G dan J.M. Widjaya. 2010. Integrasi Tata Ruang dan Tata Air Untuk Mengurangi Banjir Di Surabaya. Proceeding on Hidup dan Berkehidupan di Surabaya. Seminar Nasional Dies 43 Jurusan Arsitektur Universitas Kristen Petra. 27 Mei 2010. Surabaya. Indonesia. Pp. 8-27.
- Tarigan, A. K. M. et al. 2016. Bandung City, Indonesia. *Cities*. 50 (2): 100–110.
- Wang, H. et al. 2018. A new strategy for integrated urban water management in China: Sponge city. *Science China Technological Sciences*. 61 (3): 317–329.
- Wootton-Beard, P. et al. 2016. Review: Improving the Impact of Plant Science on Urban Planning and Design. *Buildings*. 6 (4): 48-65.
- Wulandari, A.S.R dan A. Ilyas. 2019. Pengelolaan Sumber Daya Air di Indonesia: Tata Pengurusan Air dalam Bingkai Otonomi Daerah. *Jurnal Gema Keadilan*. 6 (3): 287-299.

Laman

- CNN. 2019. BMKG Prediksi Musim Kemarau 2019 Lebih Kering dari Tahun Lalu. URL: <https://www.cnnindonesia.com/nasional/20190704105626-20-408974/bmkg-prediksi-musim-kemarau-2019-lebih-kering-dari-tahun-lalu>. Diakses tanggal 30 November 2019
- Tirto.id. 2019. Indonesia Darurat Kekeringan dan Krisis Air Bersih. URL: <https://tirto.id/cwtrhttps://tirto.id/indonesia-darurat-kekeringan-dan-krisis-air-bersih-cwtr>. Diakses tanggal 30 November 2019.
- United Nations. 2019. World Population Prospects 2019: Highlights. URL: <https://www.un.org/development/desa/publications/world-population-prospects-2019-highlights.html>. Diakses tanggal 30 November 2019
- Worldometer. 2019. World Population Milestones. URL: <https://www.worldometers.info/world-population/>. Diakses tanggal 30 November 2019.
- WWF. 2019. Menjamin Ketersediaan dan Keberlanjutan Sumber Daya Air. URL: <https://www.wwf.or.id/?72764/Menjamin-Ketersediaan-dan-Keberlanjutan-Sumber-Daya-Air>. Diakses tanggal 30 November 2019.