

PENERAPAN MICROBUBBLE GENERATOR (MBG) UNTUK MENINGKATKAN KUALITAS AIR BERSIH PADA PROGRAM PAMSIMAS

Drajat Indah Mawarni¹⁾, Hartono Guntur Ristiyanto²⁾, Wawan Dedi Marahendra³⁾, Khitthatun Nafiah⁴⁾

Sekolah Tinggi Teknologi Ronggolawe Cepu^{1), 2)}

Bidang Riset dan Inovasi Bapperida Blora^{3), 4)}

Email: drajatindah74@gmail.com¹⁾

Abstrak

Pemerintah Kabupaten Blora mempunyai permasalahan terhadap ketersediaan dan akses terhadap sumber air minum yang aman. Pemerintah propinsi maupun kabupaten telah menempatkan permasalahan ini sebagai permasalahan yang strategis dalam rencana pembangunan maupun rencana kerja daerah. Pemerintah Kabupaten Blora juga telah melakukan upaya penyediaan air bersih melalui Program Penyediaan Air Minum (PAMSIMAS) Berbasis Masyarakat. PAMSIMAS bertujuan untuk meningkatkan penggunaan sarana air dan sanitasi. Namun demikian capaian akses air minum yang aman masih rendah sehingga perlu pemicuan yang intensif, yang mana perlu tindakan lanjut dalam bentuk riset maupun pengembangan teknologi untuk bisa mewujudkannya. Dalam rangka ikut mendukung dan menyukseskan program pembangunan Kabupaten Blora sesuai dengan visi dan misi Bupati Blora, yaitu *Sesarengan Mbangun Blora Unggul dan Berdaya Saing* melalui *tagline* "Dalane Dadi Alus, Banyune Mili Terus", maka perlu suatu kajian yang bisa meningkatkan kualitas air. Hasil dari kegiatan ini yaitu meningkatkan penggunaan sarana air dan sanitasi melalui teknologi Microbubble Generator.

Kata kunci: Pamsimas, *Microbubble* , Generator

APPLICATION OF MICROBUBBLE GENERATORS (MBG) TO IMPROVE CLEAN WATER QUALITY IN THE PAMSIMAS PROGRAM

Abstract

The Blora Regency Government faces challenges regarding the availability and access to safe drinking water sources. The provincial and district governments have prioritized this issue as a strategic issue in their development plans and regional work plans. The Blora Regency Government has also implemented clean water provision through the Community-Based Drinking Water Provision Program (PAMSIMAS). PAMSIMAS aims to increase the use of water and sanitation facilities. However, access to safe drinking water remains low, necessitating intensive initiatives, which require further action in the form of research and technological development. To support and ensure the success of the Blora Regency development program, in accordance with the Blora Regent's vision and mission, "Sesarengan Mbangun Blora Unggul dan Berdaya Saing" (Building a Superior and Competitive Blora), with the tagline "Dalane Dadi Alus, Banyune Mili Terus," a study is needed to improve water quality. The result of this initiative is increased use of water and sanitation facilities through Microbubble Generator technology.

Keywords: Pamsimas, *Microbubble* , Generator

A. PENDAHULUAN

Akses terhadap air minum dan pelayanan dasar merupakan prioritas nasional dan sangat erat kaitannya dengan isu pembangunan lain seperti kesehatan, kemiskinan, dan pembangunan manusia. Menurut Peta Jalan Sustainable Development Goals (SDGs) Menuju 2030 : secara nasional, akses terhadap layanan sumber air minum layak mengalami kenaikan dari tahun ke tahun. Tahun 2018, sebesar 87,75% penduduk memiliki akses terhadap layanan sumber air minum layak termasuk yang bersumber dari perpipaan (20,14%) dan non-perpipaan (67,61%). Namun cakupan dari cadangan air yang dikelola secara aman masih rendah. Sebuah studi menyatakan bahwa akses terhadap sumber air minum yang aman hanya sebesar 8,5% (Hasil Survei Kualitas Air DIY, 2015). Berdasarkan data proxy dari studi tersebut, angka nasional hanya sebesar 6,8%. Meskipun angka proyeksi pada tahun 2030 menyatakan bahwa akses terhadap sumber air minum layak sudah universal, masih diperlukan upaya untuk meningkatkan akses terhadap air minum aman. Akses terhadap air minum aman ditargetkan mencapai 15% pada tahun 2024 dan 43,15% pada tahun 2030.

Pemerintah Indonesia memiliki komitmen untuk melanjutkan keberhasilan capaian target Millennium Development Goals sektor Air Minum dan Sanitasi, yang telah berhasil menurunkan separuh dari proporsi penduduk yang belum mempunyai akses air minum dan sanitasi dasar pada Tahun 2015. Sejalan dengan itu, di Tahun 2014, sesuai dengan Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional [RPJMN] 2015-2019, Pemerintah Indonesia telah mengambil inisiatif untuk melanjutkan komitmennya dengan meluncurkan program nasional Akses Universal Air Minum dan Sanitasi Tahun 2019 dengan capaian target 100% akses air minum dan sanitasi bagi seluruh penduduk Indonesia. Program Penyediaan Air Minum dan Sanitasi Berbasis Masyarakat (PAMSIMAS) telah menjadi salah satu program andalan nasional (Pemerintah dan Pemerintah Daerah) untuk meningkatkan akses penduduk perdesaan terhadap fasilitas air minum dan sanitasi yang layak dengan pendekatan berbasis masyarakat.

Ketersediaan air bersih menjadi suatu hal yang sangat krusial bagi masyarakat karena kegunaannya dalam berbagai kegiatan seperti mandi, memasak, mencuci, dan bahkan sebagai pembangkit listrik. Air juga digunakan untuk konsumsi sehingga kualitas air harus diperhatikan. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan RI No.416/MENKES/IX/1990 ditegaskan bahwa air bersih adalah air yang dapat digunakan untuk keperluan sehari-hari dan yang kualitasnya memenuhi syarat kesejahteraan untuk diminum. Air bersih dapat dicirikan dengan tampilan yang jernih, tidak berwarna, tidak berbau, dan rasanya tawar. Pentingnya air bagi kehidupan masyarakat ini mendorong pemerintah untuk membuat program pemenuhan kebutuhan air minum di wilayah pinggiran kota dan pedesaan yang tidak terjangkau oleh Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) bernama PAMSIMAS.

Program Pamsimas I yang dimulai pada Tahun 2008 sampai dengan Tahun 2012 dan Pamsimas II dari Tahun 2013 sampai dengan Tahun 2015 telah berhasil meningkatkan jumlah warga miskin perdesaan dan pinggiran kota yang dapat mengakses pelayanan air minum dan sanitasi, serta meningkatkan nilai dan perilaku hidup bersih dan sehat di sekitar 12.000 desa yang tersebar di 233 kabupaten/kota. Untuk terus meningkatkan akses penduduk perdesaan dan pinggiran kota terhadap fasilitas air minum dan sanitasi dalam rangka pencapaian target Akses Universal Air Minum dan Sanitasi Tahun 2019, Program Pamsimas dilanjutkan pada Tahun 2016 sampai dengan Tahun 2019 khusus untuk desa-desa di Kabupaten. Program Pamsimas III dilaksanakan untuk mendukung dua agenda nasional untuk meningkatkan cakupan penduduk terhadap pelayanan air minum dan sanitasi yang layak dan berkelanjutan, yaitu (1) 100-100, yaitu 100% akses air minum dan 100% akses sanitasi, dan (2) Sanitasi Total Berbasis Masyarakat.

Sebagai pelayanan publik yang mendasar, berdasarkan Undang-Undang No. 23 Tahun 2014 tentang Pemerintahan Daerah, pelayanan air minum dan sanitasi telah menjadi urusan wajib Pemerintah Daerah. Untuk mendukung kapasitas Pemerintah Daerah dalam menyediakan layanan air minum dan sanitasi yang memenuhi Standar Pelayanan Minimal (SPM), Program Pamsimas berperan dalam menyediakan dukungan finansial baik untuk investasi fisik dalam bentuk sarana dan prasarana, maupun investasi non-fisik dalam bentuk manajemen, dukungan teknis, dan pengembangan kapasitas.

Program Pamsimas dilaksanakan dengan pendekatan berbasis masyarakat melalui keterlibatan masyarakat (perempuan dan laki-laki, kaya dan miskin, dan lain-lain) dan pendekatan yang tanggap terhadap kebutuhan masyarakat (*demand responsive approach*). Kedua pendekatan tersebut dilakukan melalui proses pemberdayaan masyarakat untuk menumbuhkan prakarsa, inisiatif, dan partisipasi aktif masyarakat dalam memutuskan, merencanakan, menyiapkan, melaksanakan, mengoperasikan dan memelihara sarana yang telah dibangun, serta melanjutkan kegiatan peningkatan derajat kesehatan di masyarakat termasuk di lingkungan sekolah. Ruang lingkup Program Pamsimas mencakup lima komponen program:

1. Pemberdayaan masyarakat dan pengembangan kelembagaan daerah dan desa;
2. Peningkatan perilaku higienis dan pelayanan sanitasi;
3. Penyediaan sarana air minum dan sanitasi umum;
4. Hibah Insentif; dan,
5. Dukungan teknis dan manajemen pelaksanaan program.

Percepatan pencapaian akses universal air minum dan sanitasi tahun 2019 membutuhkan upaya bersama dari pemerintah pusat sampai dengan pemerintah desa dan masyarakat, termasuk donor dan swasta (CSR). Pamsimas menjadi program air minum dan sanitasi yang

dapat digunakan oleh berbagai pemangku kepentingan untuk menjadi program bersama dalam rangka pencapaian akses universal air minum dan sanitasi di perdesaan pada tahun 2019.

Pemerintah Kabupaten Blora mempunyai permasalahan terhadap ketersediaan dan akses terhadap sumber air minum yang aman. Pemerintah propinsi maupun kabupaten telah menempatkan permasalahan ini sebagai permasalahan yang strategis dalam rencana pembangunan maupun rencana kerja daerah. Pemerintah Kabupaten Blora dalam Rencana Kerja Pemerintah Daerah (RKPD) 2023 menyatakan bahwa kondisi capaian akses air minum layak tahun 2021 mengalami sedikit peningkatan menjadi 90% dari kondisi tahun 2020 yang sebesar 89%. Pemerintah Kabupaten Blora juga telah melakukan upaya penyediaan air bersih melalui Program Penyediaan Air Minum (PAMSIMAS) Berbasis Masyarakat. PAMSIMAS bertujuan untuk meningkatkan penggunaan sarana air dan sanitasi, serta meningkatkan perilaku hidup bersih, dengan memperluas dan mengarusutamakan pendekatan berbasis masyarakat. Proyek ini memberikan hibah langsung kepada masyarakat untuk infrastruktur air dan sanitasi lokal dan bantuan teknis untuk meningkatkan peran masyarakat melalui peningkatan kapasitas, perencanaan, pengadaan dan pengelolaan, termasuk pemantauan masyarakat dengan sistem pemantauan berbasis web dan seluler.

Namun demikian capaian akses air minum yang aman masih rendah sehingga perlu pemecuan yang intensif. Lebih lanjut, pemerintah Kabupaten Blora juga menargetkan capaian persentase penduduk mengakses air minum layak dan aman sebesar 93% di tahun 2023. Selain itu, pemerintah Kabupaten Blora juga mempunyai target indeks kualitas air sebesar 54,44 pada tahun 2023, yang mana perlu tindakan lanjut dalam bentuk riset maupun pengembangan teknologi untuk bisa mewujudkannya. Dalam rangka ikut mendukung dan menyukseskan program pembangunan Kabupaten Blora sesuai dengan visi dan misi Bupati Blora, yaitu Sesarengan Mbangun Blora Unggul dan Berdaya Saing melalui *tagline* **“Dalane Dadi Alus, Banyune Mili Terus”**, maka perlu suatu kajian yang bisa meningkatkan kualitas air. Selain daripada itu, skema kajian ini diharapkan dapat mewujudkan pemerataan kualitas sarana dan prasarana wilayah dan pelestarian lingkungan hidup dengan memastikan ketersediaan infrastruktur air bersih melalui penyediaan air minum layak dan aman.

Salah satu desa di Kabupaten Blora yang menerapkan program PAMSIMAS dalam pengelolaan air bersihnya adalah Desa Kapuan, Kecamatan Cepu. Saat ini, program PAMSIMAS di desa tersebut mempunyai kapasitas layanan yang tercatat pada bulan Agustus 2023 adalah 599 pengguna aktif pribadi dengan total 310 m³/hari dan sekitar 33 pengguna fasilitas umum. Sumber air yang digunakan adalah sumber air tanah yang disedot menggunakan pompa *submersible* kemudian dialirkan ke dua tandon penampung dengan kapasitas total 18 m³. Jenis filter saat ini/eksisting yang digunakan adalah filter fisik filter jenis saringan pasir cepat (SPC), yaitu air dialirkan dengan jalan menyaring air baku melewati lapisan kerikil terlebih dahulu baru

kemudian melewati lapisan pasir. Filter tersebut merupakan bantuan dari program Hibah Intensif Desa Menuju Air Minum Aman (HID MAMA) tahun 2015.

Saringan pasir cepat digunakan untuk menghilangkan zat – zat padat tersuspensi, warna, bau, dan bakteri yang terdapat dalam air. Sebagai media filternya digunakan material butiran dengan berbagai ukuran/gradasi dan air yang akan disaring diendapkan lebih dahulu dalam proses sedimentasi dengan atau tanpa koagulan. Prinsip SPC adalah melewatkan air melalui filter dengan urutan dari gradasi terbesar/terkasar ke yang paling kecil/halus. Filter tersebut tidak dapat menghilangkan bakteri secara sempurna. Oleh karena itu, perlu perbaikan dan atau pengembangan filter yang ada, semisal dengan cara kombinasi dengan jenis filter lain untuk meminalkan kekurangan filter yang ada sekaligus bisa memperbaiki kualitas air hasil filter.

Microbubble adalah gelembung-gelembung berukuran mikro. Menurut *The American Heritage Dictionary of the English language: Fourth edition* (2000), pengertian *microbubble* adalah gelembung udara yang berukuran mikro yang dapat tersuspensi secara merata pada cairan. Dalam penelitian-penelitian yang telah dilaksanakan, terdapat beberapa definisi berbeda dari *microbubble*. Ohnari (2002) mendefinisikan *microbubble* sebagai gelembung yang ukurannya kurang dari 10 μm . Kemudian Sadatomi dkk (2005), mendefinisikan *microbubble* sebagai gelembung berukuran $\leq 200 \mu\text{m}$. Sedangkan Terasaka (2011) mendefinisikan *microbubble* adalah gelembung kecil yang memiliki diameter 10-60 μm . *Microbubble Generator* adalah perangkat yang digunakan untuk menghasilkan gelembung-gelembung berukuran mikro. Di dalam perangkat ini, terjadi proses timbulnya gelembung dalam aliran cairan. Dari proses-proses ini, *microbubble generator* diklasifikasikan menjadi beberapa kelompok.

Salah satu cara meningkatkan suplai oksigen dengan menggunakan teknologi terbaru dan ramah lingkungan yaitu *microbubble generator* (MBG). *Microbubble generator* dibandingkan dengan teknologi lainnya, lebih mudah dibangun dan memiliki kapasitas penjernihan air yang lebih tinggi. Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi saat ini semakin pesat, pengembangan teknologi alternatif atau terbarukan meningkat dengan laju perkembangan teknologi yang cepat. Di antara berbagai aplikasi teknologi yang sedang dipertimbangkan di pusat-pusat penelitian di negara industri seperti Jepang menciptakan alat seperti *microbubble* yang merupakan gelembung udara berbahan dasar air dengan diameter kurang dari 200 μm . Karena ukurannya yang kecil, gelembung mikro, yang sering mengandung oksigen dan udara, dapat bertahan di dalam air untuk waktu yang lama, yang meningkatkan difusi udara ke dalam cairan. *Microbubble* dapat dibuat menggunakan berbagai teknik, masing-masing dengan sifat uniknya sendiri. Teknik tersebut antara lain *spherical body* dalam dua tabung air mengalir, *porous plate* (PP), generator gelembung tipe tabung ventury, dan *generator microbubble electrolity*.

Penerapan teknologi microbubble telah meningkat di berbagai sektor industri. Alat ini digunakan dalam industri perikanan untuk menaikkan kadar oksigen di tambak atau tambak. Meningkatkan kualitas air yang telah tercemar limbah industri merupakan keuntungan tambahan. Dengan memasukkan gelembung melalui sirkulasi darah, teknologi microbubble sekarang digunakan di bidang medis untuk mendiagnosis luka yang disebabkan oleh kanker. Untuk meningkatkan efisiensi pergerakan kapal, MBG menggunakan proses elektrolisis digunakan untuk mengurangi dampak gesekan antara dinding lambung kapal dan air laut. MBG telah diadopsi secara luas dalam masyarakat modern dan sekarang diletakkan di bak mandi di kamar mandi karena gelembung kecil yang dihasilkannya dapat mencapai permukaan kulit dan menggosok kulit secara efektif tanpa perlu sabun.

Pada akhir - akhir ini, teknologi untuk meningkatkan suplai oksigen di dalam air (*teknologi microbubble generator/MBG*) mendapat perhatian cukup besar. Upaya peningkatan kandungan oksigen terlarut (*dissolved oxygen/DO*) di dalam air sangat efektif untuk meningkatkan kualitas air. Gelembung berukuran mikron (*microbubble*) yang dihasilkan oleh MBG, mempunyai karakteristik yang sangat unik, diantaranya adalah mempunyai *velocity rising time* yang sangat rendah. Sehingga waktu tinggal lebih lama di dalam air dan laju kelarutan ke dalam cairan yang tinggi. Disamping itu, dibandingkan dengan gas lain yang ada di udara, oksigen mempunyai karakteristik mudah larut di dalam air, karena bisa diikat secara fisis oleh atom-atom hidrogen dalam molekul air dengan adanya jembatan hidrogen. Karakteristik ini sangat bermanfaat bagi peningkatan kualitas perairan karena mampu meningkatkan suplai oksigen lebih maksimal di dalam air. Hasil penelitian yang dilakukan *Hitachi Research Laboratory* pada tahun 2013, menunjukkan penggunaan microbubble pada proses pengolahan air dapat mengurangi biaya operasi sebesar 20% bila proses menggunakan *millibubble*. *Microbubble Generator* (MBG) sebagai aerator telah dikembangkan penggunaannya. MBG merupakan alat yang dapat menghasilkan gelembung berukuran mikro yang berguna untuk meningkatkan jumlah DO di dalam air.

B. METODE PELAKSANAAN

1. Kegiatan dan Pelaksanaan

Maksud kegiatan ini adalah teridentifikasinya kandungan-kandungan penting air bersih hasil program PAMSIMAS serta meningkatnya kualitas air bersih terutama kandungan oksigen yang terdapat dalam air.

Sedangkan tujuan kegiatan adalah :

1. Melakukan pengujian air sebelum dan sesudah melewati filter eksisting
2. Melakukan pengujian air sesudah penerapan MBG

3. Melakukan analisis perbandingan air hasil filter eksisting dan air hasil penerapan MBG

4. Adapun tujuan khusus dari penelitian ini adalah untuk mengetahui performa MBG tipe swirl sebagai aerator termasuk di dalamnya adalah karakteristik pelarutan oksigen ke dalam aerasi air sebagai tolok ukur kualitas air.

Manfaat kegiatan ini adalah membantu Pemerintah Kabupaten Blora dalam meningkatkan indeks kualitas air sesuai dengan rencana kerja pemerintah daerah. Sedangkan sasaran khusus kegiatan kajian ini adalah untuk memberikan dasar pertimbangan penerapan teknologi tepat guna berbasis hasil penelitian yang : secara teknik dapat diterapkan (technically applicable), secara ekonomis menguntungkan (economically feasible), dapat diterima masyarakat (socially acceptable), dan ramah terhadap lingkungan (environmentally sound) sedemikian sehingga membantu peningkatan akses masyarakat terhadap air bersih yang aman.

2. Waktu dan Tempat Pengabdian kepada masyarakat

Lokasi penelitian sekaligus lokasi titik pengambilan sampel berada di Desa Kapuan, Kecamatan Cepu, Kabupaten Blora. Tepatnya di lokasi tandon air distribusi kelompok PAMSIMAS “Tirto Aji”. Seperti terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi Pengambilan Sampel Penelitian
(Sumber : Google Maps, 2023)

3. Mitra/Subjek Pengabdian

Mitra dari kegiatan pengabdian ini adalah kelompok PAMSIMAS “Tirto Aji” yang berlokasi di Desa Kapuan, Kecamatan Cepu, Kabupaten Blora.

4. Prosedur

Tahap-tahap yang dilakukan dalam kegiatan ini dalam bentuk sosialisasi, pelatihan, dan pendampingan. Secara rinci tahapan kegiatan adalah sebagai berikut:

a. Sosialisasi

Sosialisasi dilakukan untuk membangun persepsi dan pemahaman masyarakat mengenai inovasi atau program yang diterapkan dengan narasumber yang terpercaya. Sosialisasi merupakan suatu proses bagaimana memperkenalkan sistem pada seseorang (Sutaryo, 2004). Adapun kegiatan sosialisasi yang kami lakukan yaitu melakukan observasi lapangan, wawancara dengan pihak terkait untuk mengetahui Kapasitas pelayanan PAMSIMAS saat ini : jumlah pengguna, kapasitas tandon, panjang jaringan, jumlah penggunaan air, dan kondisi manajemen pengelolaan pelayanan PAMSIMAS : struktur organisasi dan cash-flow keuangan.

b. Pelatihan

Pelatihan yang diberikan disesuaikan dengan kebutuhan mitra. Adapun pelatihan yang diberikan diantaranya:

- 1). Pelatihan pengelolaan Pamsimas.
- 2). Pelatihan pengelolaan keuangan/pembukuan di Pamsimas

c. Pendampingan

Dalam metode ini, tim mendampingi mitra secara langsung ditempat dan sekaligus melakukan evaluasi terhadap proses pembuatan laporan keuangan, dan mendampingi pengelolaan pamsimas.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan diawali dengan survey dan perijinan ke ketua pengelola pamsimas “Tirto Aji” desa Kapuan, pengelola pamsimas desa Nglanjuk dan pengelola pamsimas desa Sumberpitu. Survey dilakukan untuk mengetahui permasalahan-permasalahan yang terjadi di lokasi tujuan sebagai dasar penyusunan program kerja. Perijinan dan penerjunan tetap dilakukan secara langsung yang tujuannya adalah pendekatan kepada warga masyarakat. Semua kegiatan dilakukan sesuai protokol kesehatan dan hanya melibatkan orang-orang yang langsung terlibat.



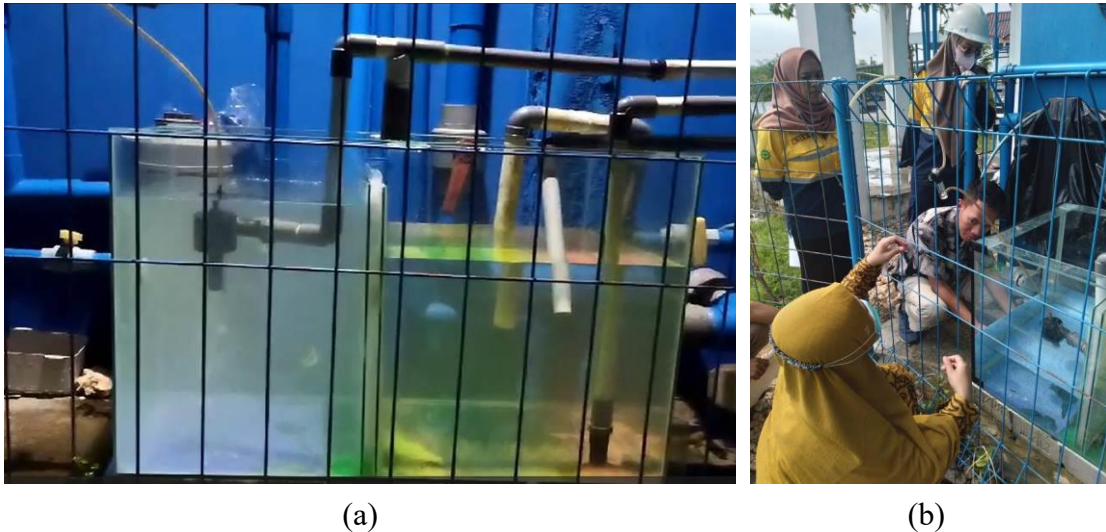
Gambar 1. Survey lokasi di Pamsimas “Tirto Aji” Desa Kapuan, Kecamatan Cepu, Kabupaten Blora

Program kerja yang pertama dilakukan adalah sosialisasi mengenai pentingnya pengelolaan pamsimas dengan menggunakan teknologi aerasi *microbubble* generator. Secara garis besar, materi yang disampaikan meliputi bagaimana sejarah keberadaan pamsimas sebagai solusi aketersediaan air bersih hingga sampai hari ini bisa diterima di masyarakat serta potensi-potensi pengelolaan yang bisa dikembangkan melalui pemanfaatan teknologi *microbubble* generator (MBG).



Gambar 2. Proses pemasangan filter MBG

Kegiatan pemasangan MBG dilakukan dengan menempatkan Alat MBG ditempatkan sesudah tandon air utama Pamsimas sedemikian sehingga kualitas air hasil aerasi MBG bisa dibandingkan dengan kualitas air hasil filtrasi secara fisik. Proses pemasangan alat MBG seperti terlihat pada Gambar 2. Sesudah komponen MBG terpasang, selanjutnya dilakukan uji coba dengan mengoperasikan alat MBG (Gambar 3) dan membiarkan air hasil aerasi minimal 5 menit – 24 jam sebelum diambil sampel air untuk pengujian



Gambar 3. Proses uji coba(a) dan pengambilan sampel MBG(b)



Gambar 4. Hasil akhir proses penjernihan air dengan menggunakan MBG

Sampel air yang digunakan untuk uji kejernihan menggunakan MBG diperoleh dari air sungai Bengawan Solo. Gambar 4. menunjukkan botol yang paling kiri (no 1) adalah sampel air sebelum melalui proses aerasi MBG. Sedangkan no 2 merupakan sampel air hasil proses aerasi MBG selama kurang lebih 4 jam. Sementara, no 3 adalah sampel air hasil aerasi selama 8 jam. Hasil aerasi selama 8 jam menunjukkan bahwa terjadi peningkatan tingkat kejernihan yang signifikan. Sampel air tersebut di atas menggunakan air yang berasal dari Sungai Bengawan Solo yang mempunyai tingkat kekeruhan lebih jelek daripada sampel air PAMSIMAS yang berasal dari sumber air tanah. Sehingga dapat diambil kesimpulan, bahwa penggunaan MBG untuk meningkatkan kejernihan air PAMSIMAS akan lebih cepat durasinya.

D. SIMPULAN

Dalam rangka penyelesaian masalah yang ada di pamsimas “Tirto Aji” di desa Kapuan, maka Kegiatan Pengabdian Pada Masyarakat Terpadu sudah memberikan sosialisasi dan pelatihan tentang pengelolaan pamsimas khususnya dalam mengoptimalkan sumber daya yang ada di pamsimas tersebut. Kegiatan ini memberikan pendampingan dalam hal pengelolaan pamsimas, seperti mengelola pelaporan dengan menggunakan program excel juga mengelola pamsimas melalui pemanfaatan teknologi *microbubble* generator dalam meningkatkan kandungan oksigen terlarut yang dihasilkan untuk bisa dimanfaatkan oleh warga sekitar. Hasil dari kegiatan ini berupa draf laporan kondisi air pamsimas dalam bentuk excel, penambahan aerasi dengan menggunakan teknologi *microbubble* generator agar kinerja pamsimas menjadi lebih maksimal, serta memberikan manfaat kepada warga sekitar tentang manfaat pamsimas dengan menggunakan aerator *microbubble* generator.

E. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami ucapkan kepada Ketua P2M Sekolah Tinggi Teknologi Ronggolawe dan seluruh stafnya yang telah memberikan pelayanan administratif selama proses kegiatan. Tak lupa juga kepada Ketua RT Desa Kapuan, kelompok pamsimas “Tirto Aji”, kampung kelompok pengelola pamsimas “Desa Nglanjuk”, dan seluruh warga Kapuan yang sudah bersedia menerima kami dan bersikap kooperatif dalam proses kegiatan Pengabdian ini. Semoga apa yang sudah kami laksanakan bisa bermanfaat bagi masyarakat.

F. DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. (2018) 'Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 Tentang Kesehatan Lingkungan', Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 4 Tahun 2018, 151(2), p. Hal 10-17.
- Afisna, L. P. and Juwana, W. E. (2020) 'Aplikasi Microbubble Generator Porous-Venturi pada Pengolahan Air Limbah Buatan', KURVATEK. journal.itny.ac.id. Available at: <https://journal.itny.ac.id/index.php/krvtk/article/view/1818>.
- Arohman, A., Kardiman, K. and Oleh, O. (2021) 'Perancangan Alat Micro-Bubble Generator (Mbg) Dengan Memanfaatkan Energi Listrik Dari Panel Surya Sebagai Energi Terbarukan', Barometer, 6(2), pp. 368–375. Available at: <https://journal.unsika.ac.id/index.php/barometer/article/view/5119>.
- Batubara, Y. (2022) Studi Eksperimental Karakteristik Microbubble Generator Tipe Aliran Swirl dengan Diameter Outlet 30 Milimeter dan Variasi Jarak Nosel Gas-Outlet. etd.repository.ugm.ac.id. Available at: <https://etd.repository.ugm.ac.id/penelitian/detail/218639>.
- Budhijanto, W. et al. (2015) 'Enhancement of aerobic wastewater treatment by the application of attached growth microorganisms and microbubble generator', International Journal of Technology, 6(7), pp. 1101–1109. doi: 10.14716/ijtech.v6i7.1240.
- Etchepare, R. et al. (2017) 'Nanobubbles: Generation using a multiphase pump, properties and features in flotation', Minerals Engineering. Elsevier, 112(March), pp. 19–26. doi: 10.1016/j.mineng.2017.06.020.
- Fukami, K. et al. (2021) 'Effective purification of eutrophic wastewater from the beverage industry by microbubbles', Water. mdpi.com. Available at: <https://www.mdpi.com/2073-4441/13/24/3661>.
- Gahana, D. et al. (2022) 'Implementasi Teknologi Microbubble Generator pada Pengolahan Limbah Cair Kotoran Sapi', 1(09), pp. 1070–1077.
- Juwana, W. E. et al. (2019) 'Hydrodynamic characteristics of the microbubble dissolution in liquid using orifice type microbubble generator', Chemical Engineering Research and Design. Institution of Chemical Engineers, 141, pp. 436–448. doi: 10.1016/j.cherd.2018.11.017.
- Khuntia, S., Majumdar, S.M., Ghosh, P. (2012) 'Microbubble Aided Water and Wastewater Purification : A Review', Rev Chemical Engineering, 28(191–221).
- Kim, J., Kitagaki, R. and Choi, H. (2020) 'Pore filling effect of forced carbonation reactions using carbon dioxide nanobubbles', Materials. mdpi.com. Available at: <https://www.mdpi.com/1996-1944/13/19/4343>.
- Li, P. and Tsuge, H. (2006) 'Water Treatment by Induced Air Flotation Using Microbubbles', Journal of Chemical Engineering of Japan, 39(8), pp. 896–903. doi: 10.1252/jcej.39.896.

- Lim, Y. S. et al. (2021) 'Effects of microbubble aeration on water quality and growth performance of *Litopenaeus vannamei* in biofloc system', *Aquacultural Engineering*. Elsevier B.V., 93(February), p. 102159. doi: 10.1016/j.aquaeng.2021.102159.
- Liu, C., Tanaka, H., Ma, J., Zhang, L., Zhang, J., Huang, X. (2012) 'Effect of Microbubble and Its Generation Process on Mixed Liquor Properties of Activated Sludge Using Shirasu Porous Glass (SPG) Membrane Sytems', *Water Research*, 46, pp. 6051–6058.
- Liu, C., Tanaka, H., Zhang, J., Zhan, L., Yang, J., Huang, X., Kubota, N. (2013) 'Sucessful Application of Shirasu Porous Glass (SPG) Mebrane System For Microbubble Aeration in Biofilm Treating Syntetic Wastewater', *Separation and Purification Technology*, 103, pp. 53–59.
- Liu, S., Ma, H., Huang, P., Li, J., and Kikuchi, T. (2010) 'Effect of Microbubble on Coagulation Floatation Process of Dyeing water', *Separation and Purification Technology*, 71, pp. 337–346.
- Liu, S. et al. (2018) 'Separation characteristics of the gas and liquid phases in a vane-type swirling flow field', *International Journal of Multiphase Flow*. Elsevier Ltd, 107, pp. 131–145. doi: 10.1016/j.ijmultiphaseflow.2018.05.025.
- Mawarni, D. I. and Korawan, A. D. (2019) 'Pengaruh Debit Fluida Air terhadap Distribusi Diameter Bubble pada Microbubble Generator Tipe Orifice-Porous Tube', *Jurnal SIMETRIS*, 13(2), pp. 17–21.
- Nair, S. S. et al. (2022) 'Contemporary application of microbubble technology in water treatment', *Water Science and Technology*, 86(9), pp. 2138–2156. doi: 10.2166/wst.2022.328.
- Ohnari, H. (2002) 'Swirling Fine-Bubble Generator', (U.S. Patent No US 6,382,60 B1). U.S. Patent and Trademark Office, 1(12).
- Purnamasari, D. E., (2017), 'Penentuan Status Air Kali Wonokromo dengan Metode Storet dan Indeks Pencemar', Skripsi, ITS
- Purnomo, S. S., Sumarjo, J. and Gusniar, I. N. (2021) 'Implementasi Microbubble Generator Tipe Orifice Dengan Pipa Porous Dan Pipa Distributor Untuk Aerasi Kolam Ikan', *SELAPARANG Jurnal Pengabdian Masyarakat Berkemajuan*, 4(2), p. 400. doi: 10.31764/jpmb.v4i2.4392.
- Purnomo, S. S., Sumarjo, J. and Purwanti, E. (2022) 'Implementasi Alat Tenaga Surya Pada Microbubble Generator Untuk Aerasi Kolam Ikan', *SELAPARANG: Jurnal Pengabdian Masyarakat Berkemajuan*, 6(2), p. 1064. doi: 10.31764/jpmb.v6i2.8138.
- Putri, H. M., Saraswati, S. P. and Mahathir, J. S. (2022) 'Penyisihan Material Organik dan Nitrogen dengan Proses Aerasi Menggunakan Microbubble Generator (MBG) pada Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Asrama', *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 20(1), pp. 127–138. doi: 10.14710/jil.20.1.127-138.

- Sadatomi, M., Kawahara, A., Kano, K., and Ohtomo, A. (2005) 'Performance of New Micro-Bubble Generator With A Spherical Body in Flowing Water Tube', *Experimental Thermal and Fluid Science*, 29, pp. 615–623.
- Sadatomi, M., Kawahara, A., Matsuura, H., S. (2012) 'Microbubble Generation Rate and Bubble Dissolution Rate Into Water by A Simple Multi Fluid Mixer With Orifice and Porous Tube', *Experimental Thermal and Fluid Science*, 41, pp. 23–30.
- Saputra, D. A. and Sumarjo, J. (2022) 'Perancangan Sistem Microbubble Generator Terapung Berbasis Arduino Untuk Mengontrol Dissolved Oxygen', *Infomatek*, 24(1), pp. 15–24. doi: 10.23969/infomatek.v24i1.5370.
- Scabra, A. R. et al. (2021) 'Aplikasi Teknologi Mikrobubble Pada Petani Ikan Nila Di Desa Bayan', *Indonesian Journal of Fisheries Community Empowerment*, 1(1), pp. 36–42. doi: 10.29303/jppi.v1i1.56.
- Suryanto, H., Aminnudin, A. and Yanuhar, U. (2022) 'Pemberdayaan Masyarakat Melalui Penerapan Teknologi Microbubble Terkontrol Iot Pada Kolam Ikan Lele Di Pokdakan Roi Lele Kabupaten Malang', *Jurnal Pengabdian Pendidikan dan Teknologi (JP2T)*, 3(1), p. 1. doi: 10.17977/um080v3i12022p1-7.
- Suwartha, N. et al. (2020) 'Effect of size variation on microbubble mass transfer coefficient in flotation and aeration processes', *Heliyon. Elsevier Ltd*, 6(4), p. e03748. doi: 10.1016/j.heliyon.2020.e03748.
- Terasaka, K., Nishino, T., Fujioko, S., and Kobayashi, D. (2011) 'Development of Microbubble Aerator for Waste Treatment Using Aerobic Activated Sludge', *Chemical Engineering science*, 66, pp. 3172–3179.
- Tsuge, H., Ogawa, T. and Ohmasa, R. (2008) 'Microbubble formation by electrolysis using a new mixing equipment with low frequency vibratory fins', *Journal of Chemical Engineering of Japan*, 41(7), pp. 557–561. doi: 10.1252/jcej.07WE106.
- Warjito and Laksana, M. (2008) 'Micro Bubble Generator Dengan Metode Spherical Ball Dalam Pipa Beraliran', *Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin VII*, (November), pp. 1–7.
- WICAKSONO, M. S. (2019) *Karakteristik Aerasi dengan Variasi Diameter Nosel*. repository.unej.ac.id. Available at: <https://repository.unej.ac.id/handle/123456789/90767>.
- Yanuhar, U. et al. (2022) 'Penerapan Microbubble Pada Kolam Ikan Koi Untuk Manajemen Kualitas Air Berkelanjutan Di Desa Nglegok, Kabupaten Blitar', *Prosiding Seminar Nasional Perikanan dan Kelautan dalam Rangka Memperingati Hari Ikan Nasional (HARKANNAS) Tahun 2021*, pp. 90–94.
- Yulianti, T. (2021) 'Identifikasi Efektivitas Reaerasi Menggunakan Microbubble Generator (Mbg) Pada Air Embung', *Jurnal Teknik Sipil*, 16(2), pp. 93–104. doi: 10.24002/jts.v16i2.4775.