

Penyuluhan Pengolahan Air Limbah Dengan *Microbubble* Di Kampung Mantarena, Kelurahan Panaragan Kota Bogor

Zakiah Fithah 'Aini¹

Shafa Noer^{2*}

Rifqi Pratama³

Tantry Agnhitya Sari⁴

Ahmad Kosasih⁵

^{1,2*,3,4} Prodi Pendidikan Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Indraprasta PGRI, Jakarta, Indonesia

⁵ Prodi Pendidikan Sejarah, Fakultas IPPS, Universitas Indraprasta PGRI, Jakarta, Indonesia

zaza.senyum@gmail.com¹⁾

shafa_noer@yahoo.co.id^{2*)}

rifqi29pratama@gmail.com³⁾

tantry@pradipta.org⁴⁾

aseng.kosasih@gmail.com⁵⁾

Kata Kunci:

[*Microbubble*,
sungai, limbah,
pencemaran]

Abstrak: Kampung Mantarena, Kelurahan Panaragan, Kota Bogor, menghadapi masalah pengelolaan air limbah rumah tangga yang mengancam kualitas air bersih. Kurangnya kesadaran dan akses teknologi pengolahan efektif menjadi penyebab utama permasalahan ini. Teknologi *microbubble* diusulkan sebagai solusi untuk mengikat dan mengendapkan zat pencemar dengan efisien. Limbah domestik mencemari sungai dan meningkatkan risiko penyakit. Beberapa metode konvensional dalam mengatasi pencemaran sungai ini sudah pernah dilakukan namun dinilai kurang efektif menangani polutan kompleks. Tujuan abdimas ini adalah memberikan penyuluhan kepada warga tentang solusi yang dapat dilakukan berupa instalasi sistem *microbubble* sehingga ditargetkan dapat mengurangi polusi air sungai secara efektif. Metode yang digunakan adalah metode partisipatif mencakup survei, sosialisasi, instalasi bersama, serta evaluasi. Kegiatan penyuluhan berhasil dilaksanakan dengan baik dengan sekitar 30 orang peserta yang terdiri dari perangkat Kampung dan warga. Sebesar 90% warga merasa puas dan faham dengan informasi yang diberikan dan berharap teknologi ini bisa diterapkan secara massal sehingga memberikan dampak yang signifikan dalam mengatasi pencemaran sungai.

Published by:



Copyright © 2025 The Author(s)

This article is licensed under CC BY 4.0 License



Pendahuluan

Kondisi lingkungan di Kampung Mantarena menunjukkan kondisi yang memprihatinkan dari berbagai aspek. Bahkan Dinas Perumahan dan Permukiman Kota Bogor telah mengambil langkah serius dengan membentuk Tim Efektif untuk meningkatkan kualitas permukiman kumuh tersebut (Disperumkim Bogor, 2024). Terpantau juga adanya penurunan kualitas air akibat pembuangan limbah domestik yang tidak terkelola. Limbah domestik yang tidak terkelola dengan baik menyebabkan peningkatan polusi di sungai yang melewati Kampung Mantarena. Kondisi ini mengakibatkan air sungai tercemar dan tidak aman untuk digunakan, baik sebagai sumber air maupun untuk keperluan lainnya. Berdasarkan survei yang dilakukan oleh tim, ditemukan bahwa sungai yang melintasi wilayah tersebut tercemar. Hal ini berdampak pada kesehatan masyarakat, dengan meningkatnya kasus penyakit yang berhubungan dengan air. Kondisi ini diperparah oleh kurangnya kesadaran masyarakat akan pentingnya pengolahan air limbah dan dampak negatif yang ditimbulkan. Beberapa upaya telah dilakukan oleh pemerintah setempat untuk mengatasi permasalahan ini, namun sampai saat ini belum ditemukan solusi yang efektif.

Penggunaan teknologi *microbubble* dalam pengolahan air limbah dapat menjadi solusi yang efektif untuk mengatasi masalah ini, dengan memanfaatkan gelembung mikro yang mampu mengikat dan mengendapkan zat-zat pencemar. Dalam aplikasinya, *microbubble* dapat digunakan dalam reaktor biologi untuk mengolah air limbah dengan cara membantu mengurangi beban organik dan meningkatkan kualitas air yang dihasilkan (Khuntia et al., 2012). Penelitian lain menunjukkan bahwa penggunaan teknologi *microbubble* yang dikombinasikan dengan ozon dapat secara signifikan mengurangi jumlah koliform total dan koliform feses dalam air limbah domestik (Menendez & Flores, 2017). Teknologi ini juga dinilai lebih efisien dan menghemat biaya dibandingkan dengan teknologi pengolahan limbah lain (Nair et al., 2022).

Teknologi *microbubble* memiliki kemampuan untuk meningkatkan efisiensi proses pengolahan air limbah dengan cara meningkatkan transfer massa antara gas (seperti ozon) dan cairan. Hal ini memungkinkan lebih banyak gas terlarut dalam air limbah, yang sangat penting untuk proses oksidasi dan degradasi kontaminan. Dengan meningkatkan kelarutan gas dan mempercepat reaksi kimia, *microbubble* dapat mempercepat proses pengolahan air limbah. Ini berarti bahwa waktu yang diperlukan untuk mengolah air limbah dapat dikurangi, meningkatkan efisiensi keseluruhan dari sistem pengolahan (Xiong et al., 2019).

Dalam penerapan model *microbubble*, proses pengolahan air limbah dapat dilakukan dengan memanfaatkan gelembung-gelembung kecil yang dihasilkan dari mesin *microbubble* generator. *Microbubble* memiliki ukuran yang sangat kecil, yang memungkinkan gelembung ini untuk memiliki luas permukaan yang lebih besar dibandingkan gelembung konvensional. Hal ini akan meningkatkan efisiensi transfer massa antara gas dan cairan, sehingga meningkatkan laju pemanfaatan oksigen dalam proses biodegradasi. *Microbubble* juga dapat meningkatkan efisiensi flotasi dalam pengolahan air limbah. Karena ukuran dan muatan negatifnya, *microbubble* dapat berinteraksi lebih baik dengan partikel-partikel halus dalam air limbah, meningkatkan kemungkinan kolisi dan pengikatan antara gelembung dan partikel, sehingga memudahkan pengangkatan kontaminan ke permukaan. Penggunaan *microbubble* untuk pengolahan limbah organik dapat mencapai tingkat pengurangan lebih dari 30% untuk total karbon organik dan karbon organik terlarut serta senyawa alifatik/aromatik lainnya

(Temesgen et al., 2017). Dengan demikian, penerapan teknologi ini di Kampung Mantarena diharapkan dapat memberikan dampak positif terhadap kualitas lingkungan.

Keterlibatan masyarakat dalam proses pengolahan air limbah juga sangat penting. Melalui program pelatihan dan penyuluhan, masyarakat akan dilibatkan dalam pengoperasian dan pemeliharaan sistem pengolahan air limbah berbasis *microbubble*. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan kesadaran masyarakat tentang pentingnya pengelolaan air limbah yang baik dan dampaknya terhadap kesehatan serta lingkungan. Partisipasi aktif masyarakat dalam program pengolahan air limbah telah terbukti meningkatkan keberhasilan proyek (Adnyana et al., 2020).

Penerapan solusi ini juga sejalan dengan upaya pemerintah dalam mencapai *Sustainable Development Goals* (SDGs), khususnya pada tujuan ke-6 yaitu memastikan ketersediaan dan pengelolaan air serta sanitasi yang berkelanjutan. Dengan mengimplementasikan teknologi *microbubble*, Kampung Mantarena tidak hanya akan memperbaiki kualitas air, tetapi juga berkontribusi terhadap pencapaian tujuan pembangunan berkelanjutan.

Secara keseluruhan, solusi yang ditawarkan dalam penelitian ini bertujuan untuk menciptakan sistem pengolahan air limbah yang efektif dan ramah lingkungan, serta memberdayakan masyarakat dalam menjaga kelestarian lingkungan di Kampung Mantarena.

Metode Pelaksanaan

Kegiatan ini dilakukan di Kantor Kelurahan Panaragan Kota Bogor dan daerah sekitar sungai Kampung Mantarena, Kota Bogor. Kegiatan berlangsung pada bulan November 2024 sampai dengan Januari 2025.



Gambar 1. Daerah Sekitar Sungai Kampung Matarena Kota Bogor

Mitra yang dilibatkan terdiri dari berbagai pihak, termasuk masyarakat yang tinggal di Kampung Manterana, tokoh dan penggerak masyarakat serta Pemerintah Daerah dalam hal ini Dinas Perumahan Dan Permukiman Kota Bogor. Peserta kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dipilih berdasarkan peran aktif mereka dalam komunitas, termasuk sebagai penggerak masyarakat, tokoh lokal, serta individu yang memiliki kepedulian terhadap pemberdayaan dan pengembangan wilayah. Mitra yang dipilih adalah yang memiliki visi dan misi sejalan untuk meningkatkan kesejahteraan

masyarakat. Partisipasi aktif dari peserta dan mitra dalam kegiatan ini diharapkan menjadi inspirasi bagi masyarakat untuk turut mendukung dan berpartisipasi dalam mengelola lingkungan melalui penerapan teknologi *microbubble*.

Kegiatan ini dilakukan dengan pendekatan partisipatif, di mana masyarakat dilibatkan secara aktif dalam setiap tahap proses. Pertama-tama, akan dilakukan survei awal untuk mengidentifikasi kondisi air limbah di Kampung Mantarena serta kebutuhan masyarakat terkait pengolahan limbah. Survei ini juga bertujuan untuk mengumpulkan data dasar yang akan digunakan sebagai acuan dalam pengembangan sistem pengolahan air limbah berbasis *microbubble*. Setelah tahap survei, tim melakukan persiapan sosialisasi dan perizinan ke pemerintah setempat. Tahap selanjutnya adalah melakukan penyuluhan mengenai teknologi *microbubble* kepada masyarakat. Kegiatan ini terdiri dari presentasi, diskusi, dan demonstrasi langsung mengenai cara kerja teknologi tersebut.

Tahap terakhir adalah melakukan evaluasi dengan menyebar angket kepada para peserta. Angket ini digunakan untuk mengukur ketercapaian indikator keberhasilan pada pelaksanaan kegiatan. Selain itu angket juga ditujukan untuk melihat seberapa besar penerimaan masyarakat terhadap teknologi ini.

Hasil dan Pembahasan

Pelaksanaan kegiatan penyuluhan pengolahan air limbah dengan teknologi *microbubble* di Kampung Mantarena, Kelurahan Panaragan, Kota Bogor terlaksana dengan baik sesuai dengan tahapan pelaksanaan. Pada tahap survei awal, tim memperoleh data bahwa belum adanya sistem pengolahan air limbah yang memadai di daerah tersebut, sehingga mencemari air sungai. Dari hasil survey juga diketahui bahwa beberapa upaya telah dilakukan untuk menangani permasalahan sungai yang tercemar, namun hasil yang didapatkan dinilai belum efektif. Selain itu, masyarakat umumnya kurang memahami dampak pencemaran air limbah dan cara penerapan teknologi untuk mengatasinya.



Gambar 2. Kondisi Sungai di Kampung Mantarena

Pada kegiatan penyuluhan, masyarakat terlebih dahulu diberikan edukasi dasar tentang pencemaran sumber air bersih seperti sungai serta ancamannya bagi kesehatan. Pada sesi ini juga dijelaskan tentang kerusakan ekosistem lokal yang mengancam keseimbangan lingkungan. Harapan dari edukasi ini adalah menumbuhkan kesadaran masyarakat tentang pentingnya menjaga kelestarian lingkungan dan ikut serta dalam upaya pengolahan limbah dan mengatasi pencemaran sungai.



Gambar 3. Kegiatan Penyuluhan oleh Tim Abdimas

Peserta diberikan pemahaman dan pengenalan detail tentang apa itu teknologi microbubble dan bagaimana cara teknologi ini dapat mengatasi permasalahan pencemaran sungai. Peserta juga diberi informasi keunggulan dari teknologi ini yang lebih hemat energi dan ramah lingkungan sehingga sesuai untuk diterapkan di Kampung Manterena. Dengan melibatkan masyarakat dalam proses sosialisasi, diharapkan mereka akan lebih memahami manfaat dari teknologi ini dan termotivasi untuk berpartisipasi dalam program.



Gambar 4. Peserta Menyimak Kegiatan dengan Antusias

Dalam kegiatan ini juga dilakukan sesi diskusi dan demonstrasi pemasangan alat microbubble secara virtual. Masyarakat antusias dalam sesi diskusi. Sesi diskusi langsung ini diharapkan dapat mendorong keterlibatan aktif warga dalam merencanakan sistem pengolahan yang sesuai dengan kondisi lingkungan mereka.

Hasil evaluasi angket yang diberikan pada peserta menunjukkan bahwa sebagian besar peserta menjawab bahwa belum ada sistem pengolahan limbah yang efektif di Kampung Mantarena. Informasi mengenai teknologi yang digunakan untuk penanganan limbah juga masih sangat minim didapatkan oleh masyarakat. Masyarakat menilai bahwa penyuluhan seperti ini dapat membuka wawasan mereka dan mendorong kesadaran mereka untuk lebih peduli terhadap lingkungan.

Melalui angket juga diketahui bahwa masyarakat merasa bahwa fasilitas atau dukungan untuk melakukan pengelolaan limbah secara teknologi belum cukup diterima sebelum kegiatan ini dilaksanakan. Masyarakat berharap bahwa akan adanya teknologi yang efektif dan mereka sangat terbuka untuk berpartisipasi secara aktif.

Selain dengan Lurah setempat, kegiatan ini juga bekerjasama dengan Dinas Perumahan dan Pemukiman Pemerintah Daerah Kota Bogor. Dalam hal ini, jika dinilai bahwa teknologi ini dapat memberikan hasil yang efektif bagi permasalahan limbah pencemar sungai di Kampung Mantarena, akan dilakukan aplikasi lanjutan dari penyuluhan ini yaitu pemasangan teknologi microbubble di beberapa titik pencemar sungan Mantarena. Se jauh ini, tokoh masyarakat dan aparat kelurahan menunjukkan dukungan penuh terhadap implementasi teknologi ini. Tentu saja kami berharap bahwa kegiatan ini bisa berlanjut ke tahapan berikutnya, agar hasil dari kegiatan penyuluhan ini dapat diaplikasikan dan memberi dampak positif bagi masyarakat setempat.



Gambar 5. Tim Abdimas dengan Luran dan Perwakilan Perumkit Kota Bogor

Meskipun teknologi *microbubble* memiliki banyak keuntungan, ada tantangan signifikan yang perlu diatasi untuk menerapkannya secara luas dalam pengolahan air limbah (Xiong et al., 2019). Beberapa tantangan yang mungkin dihadapi dalam implementasi teknologi *microbubble* di Kampung Mantarena misalnya biaya, pemeliharaan, dan kondisi limbah yang kompleks karena merupakan pembuangan di sungai.

Kegiatan serupa tentang penerapan *microbubble* pernah dilakukan di peternakan sapi di Kec. Sukabumi Kota Bandar Lampung. Hasil kegiatan ini efektif diterapkan dan mengatasi permasalahan limbah cair dari kotoran sapi (Gahana et al., 2022). Penelitian lain menunjukkan bahwa penggunaan *microbubble* generator dalam pengolahan air limbah grey water lebih efektif dibandingkan dengan aerator konvensional. Teknologi ini mampu meningkatkan kadar oksigen terlarut (DO) dalam waktu yang lebih singkat dan lebih efisien secara energi, dengan pengoperasian yang dapat menghemat penggunaan daya hingga 50%. Teknologi *microbubble* menjadi solusi yang menjanjikan untuk meningkatkan kualitas air yang dihasilkan dari pengolahan grey water (Mawarni & Suryani, 2024). Penerapan teknologi ini juga diharapkan dapat efektif diterapkan di Kampung Mantarena.

Implikasi jangka panjang dari penerapan teknologi *microbubble* dalam pengolahan air limbah, meliputi peningkatan kualitas lingkungan, penghematan energi, peningkatan teknologi, kesadaran masyarakat, pengurangan biaya operasional, penciptaan lapangan

kerja, pengurangan biaya kesehatan dan efisiensi distribusi air. Secara keseluruhan, penerapan teknologi microbubble memiliki potensi untuk menciptakan dampak lingkungan dan ekonomi yang signifikan, tidak hanya untuk sektor pengolahan air tetapi juga untuk masyarakat dan ekonomi yang lebih luas dalam konteks keberlanjutan dan efisiensi sumber daya.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang dicapai dalam program pengolahan air limbah berbasis microbubble di Kampung Mantarena, dapat disimpulkan bahwa pendekatan partisipatif memiliki peran penting dalam meningkatkan kesadaran dan keterlibatan masyarakat. Survei awal menunjukkan bahwa mayoritas rumah tangga belum memiliki sistem pengolahan air limbah yang baik, yang berdampak pada kesehatan dan lingkungan. Oleh karena itu, program ini menjadi langkah strategis dalam mengatasi pencemaran air limbah domestik di wilayah tersebut. Sosialisasi yang dilakukan berhasil memberikan pemahaman kepada masyarakat mengenai pentingnya pengelolaan air limbah dan manfaat teknologi microbubble. Peningkatan kesadaran ini ditunjukkan dengan antusiasme warga dalam mengikuti diskusi dan pelatihan, yang memperkuat peluang keberlanjutan program ini. Dukungan dari tokoh masyarakat dan pemerintah daerah juga menjadi faktor penting dalam memastikan keberlanjutan program. Harapan kedepannya adalah teknologi microbubble bisa terpasang dan diaplikasikan secara luas di sepanjang Sungai Mantarena sehingga memberikan dampak positif terhadap upaya penanganan pencemaran sungai di wilayah tersebut.

Ucapan Terimakasih

Terimakasih kepada Universitas Indraprasta PGRI atas dukungan dana yang diberikan melalui program PkM Hibah UNINDRA dengan Nomor Kontrak 1908/SP3M/KPM/LPPM/UNINDRA/XI/2024. Ucapan terimakasih juga ditujukan kepada LPPM UNINDRA atas dukungan dan fasilitas yang diberikan. Terimakasih juga kepada Ibu Lurah Ima Ratnasari, S.E dan Bapak Andika Pratama, S.T dari Dinas Perumahan dan Pemukiman Pemerintah Daerah Kota Bogor atas kerjasamanya sehingga kegiatan ini dapat berjalan dengan lancar.

Referensi

- Adnyana, I. G., Wiryawan, I. W. G., Surata, S.P.K., Sumantra, I.K. (2020). Community Participation on Wastewater Treatment Plant Development in Bajera Village. *Journal of Applied Science and Sustainable Development*, 2(2), 1–8.
<http://e-journal.unmas.ac.id/index.php/IJASSD/article/view/1187>
- Alfian, D.G. C., Afisna, L. P., Syauckani, M., & Dwi, I. (2022). Implementasi Teknologi Microbubble Generator pada Pengolahan Limbah Cair Kotoran Sapi. *AMMA: Jurnal ...*, 1(09), 1070–1077.

<https://journal.mediapublikasi.id/index.php/amma/article/view/1014%0Ahttps://journal.mediapublikasi.id/index.php/amma/article/download/1014/492>

Disperumkim Bogor. 9 Juli 2024. Pembentukan Tim Efektif Peningkatan Kualitas Pada Permukiman Kumuh Di Kelurahan Panaragan. Diakses dari : <https://disperumkim.kotabogor.go.id/index.php/welcome/post/single/195> pada tanggal 12 November 2024

Khuntia, S., Majumder, S. K., & Ghosh, P. (2012). Microbubble-aided water and wastewater purification: A review. *Reviews in Chemical Engineering*, 28(4–6), 191–221. <https://doi.org/10.1515/revce-2012-0007>

Mawarni, D. I., & Suryani, P. E. (2024). Kaji Eksperimental Pengolahan Air Limbah “Grey Water” dengan Menggunakan Teknologi Microbubble Generator sebagai Aerator. *Jurnal Crankshaft*, 6(3), 105–110. <https://doi.org/10.24176/crankshaft.v6i3.11359>

Menendez, D., & Flores, J. V. (2017). Reduction of coliforms presents in domestic residual waters by Air-Ozone Micro-Nanobubbles In Carhuaz city, Peru. *Journal of Nanotechnology*, 1(1), 59–72. <https://www.journals.cincader.org/index.php/nanoj/article/view/5>

Nair, S. S., Pinedo-Cuenca, R., Stubbs, T., Davis, S. J., Ganesan, P. B., & Hamad, F. (2022). Contemporary application of microbubble technology in water treatment. *Water Science and Technology*, 86(9), 2138–2156. <https://doi.org/10.2166/wst.2022.328>

Temesgen, T., Bui, T. T., Han, M., Kim, T. il, & Park, H. (2017). Micro and nanobubble technologies as a new horizon for water-treatment techniques: A review. *Advances in Colloid and Interface Science*, 246, 40–51. <https://doi.org/10.1016/j.cis.2017.06.011>

Xiong, X., Wang, B., Zhu, W., Tian, K., & Zhang, H. (2019). A review on ultrasonic catalytic microbubbles ozonation processes: Properties, hydroxyl radicals generation pathway and potential in application. *Catalysts*, 9(1). <https://doi.org/10.3390/catal9010010>