

Efisiensi Bio-Porta Tank (*Bacterial Portable Septic Tank*) terhadap Sanitasi Perumahan di Desa Kubang Jaya Kecamatan Tambang Kabupaten Kampar

M. Imam Arifandy^{1*}, Darusman², Yefni³, Muhammad Soim⁴, Titi Antin⁵, Kodarni⁶
¹⁻⁶Pengembangan Masyarakat Islam, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau

*E-mail: arifandyimam@uin.suska.ac.id

ABSTRAK

Kajian ini bertujuan untuk mengkaji efisiensi bio-porta yang dibuat oleh sekelompok Masyarakat perumahan di Desa Kubang Jaya dan Alumni Mahasiswa Teknik Universitas Riau dan membandingkan dengan septic tank konvensional. Penelitian ini menggunakan pendekatan campuran atau *mixed methods*, yang merupakan kombinasi dari teknik kuantitatif dan kualitatif. Pendekatan ini dipilih untuk memberikan pemahaman yang lebih holistik dan mendalam mengenai efisiensi Bio-Porta Tank terhadap sanitasi di Desa Kubang Jaya, Kecamatan Tambang, Kabupaten Kampar. Tingkat muka air tanah yang tinggi di sekitar tangki septik Desa Kubang Jaya menjadi tantangan utama. Desa Kubang Jaya berusaha mengatasi permasalahan limbah septik dengan mengadopsi solusi inovatif berupa Bioporta Tank. Dari hasil penelitian mengenai efisiensi bio-porta tank (*bacterial portable septic tank*) terhadap sanitasi perumahan Di Desa Kubang Jaya Kecamatan Tambang Kabupaten Kampar, adalah efisiensi bio-porta lebih tinggi dibandingkan dengan septic tank konvensional. Dimana hal tersebut dapat dilihat dari segi selisih biaya dan keefektifan dalam pengolahan limbah. Perbedaan ini tercermin dalam selisih biaya sebesar Rp. 1.647.300.

Kata Kunci: Efisiensi, Bio-porta, dan Septic Tank Konvensional.

ABSTRACT

*This research aims to examine the efficiency of Bio-Porta tanks created by a group of residential communities in Kubang Jaya Village and Alumni of the Engineering Faculty at the University of Riau, comparing it with conventional septic tanks. The study employs a mixed methods approach, which is a combination of quantitative and qualitative techniques. This approach is chosen to provide a more holistic and in-depth understanding of the efficiency of the Bio-Porta Tank in sanitation in Kubang Jaya Village, Tambang District, Kampar Regency. The high groundwater level around the septic tanks in Kubang Jaya Village poses a major challenge. Kubang Jaya Village seeks to address septic waste issues by adopting an innovative solution in the form of the Bioporta Tank. From the research results regarding the efficiency of the Bio-Porta Tank (*bacterial portable septic tank*) in residential sanitation in Kubang Jaya Village, Tambang District, Kampar Regency, the efficiency of the Bio-Porta is higher compared to conventional septic tanks. This can be observed in terms of cost difference and effectiveness in waste treatment. This difference is reflected in a cost difference of Rp. 1,647,300.*

Keywords: Efficiency, Bio-Porta, Conventional Septic Tank.

1. PENDAHULUAN

Desa Kubang Jaya, yang berada di Kecamatan Siak Hulu, Kabupaten Kampar, Provinsi Riau, terletak kurang lebih 16,4 km dari pusat Kota Pekanbaru. Berdasarkan laporan Badan Pusat Statistik tahun 2017, jumlah penduduk yang mendiami desa ini mencapai 4.896 jiwa, terdiri atas 2.551 penduduk laki-laki serta 2.345 penduduk perempuan. Sebagian besar masyarakat di desa tersebut bermata pencaharian sebagai pekerja sektor swasta dan buruh. Luas wilayah Desa Kubang Jaya sekitar 265 hektar, meliputi area permukiman seluas 61,3 hektar, lahan pertanian 95 hektar, perkebunan sekitar 105,8 hektar, serta kawasan fasilitas umum dan sosial. Sebagai wilayah yang menjadi sasaran urbanisasi di sekitar kota, lingkungan Desa Kubang Jaya terus mengalami pertumbuhan kawasan hunian padat, yang umumnya terdiri dari rumah berukuran kecil hingga menengah. Area permukiman padat ini umumnya berada pada dataran rendah dengan kondisi rawa gambut, yang ketika musim hujan memiliki tingkat kelembapan serta muka air tanah yang tinggi. Ketinggian rata-rata muka air tanah tidak kurang dari ± 50 cm dari permukaan tanah, sedangkan kedalaman tangki septik warga berada pada kisaran ± 150 cm dari permukaan tanah.

Desa Kubang Jaya, yang berada di Kabupaten Kampar, adalah kawasan yang memiliki kekayaan potensi pertanian serta sumber daya alam. Namun, layaknya banyak wilayah pedesaan lainnya, desa ini pun dihadapkan pada persoalan terkait pengelolaan limbah organik. Seiring bertambahnya populasi dan bergesernya pola hidup, jumlah limbah organik di desa tersebut terus meningkat, memicu dampak buruk bagi lingkungan maupun kesehatan warga. Karena itu, kebutuhan akan solusi baru dalam pengelolaan limbah organik kini semakin mendesak.

Ketika curah hujan meningkat drastis, muka air tanah biasanya ikut naik sehingga air dari tangki septik dapat

merembes ke tanah dan bercampur dengan air tanah bersih. Kondisi ini berpotensi menyebabkan pencemaran air tanah oleh bahan organik serta bakteri patogen yang berasal dari tangki septik. Jika saluran pembuangan mengalami kontaminasi, berbagai persoalan kesehatan dan sanitasi dapat muncul. Tidak jarang limbah dari tangki septik merembes hingga ke permukaan tanah, menimbulkan penyumbatan pada saluran pembuangan di kamar mandi, yang akhirnya memicu timbulnya bau tidak sedap serta genangan air di lingkungan tempat tinggal.

Tangki septik yang berfungsi menampung limbah manusia seperti feses dan urin dari kloset mengalami proses penguraian oleh bakteri di dalamnya. Hasil penguraian tersebut berubah menjadi cairan yang mudah meresap ke lapisan tanah bagian bawah. Pada umumnya, tangki septik membutuhkan bakteri aerob, seperti *Bacillus* sp., *Pseudomonas*, dan *Azotobacter*, untuk mengurai limbah padat yang menumpuk di dalamnya. Penelitian menunjukkan bahwa isolat *Bacillus* sp. memiliki kemampuan untuk mendegradasi limbah dalam tangki septik dengan menurunkan pH, total zat padat tersuspensi, dan kadar zat padat terlarut dalam air. Bahan sisa yang tidak dapat diuraikan akan mengendap sebagai lumpur, sehingga tangki septik perlu disedot secara berkala untuk menghilangkan endapan tersebut dan mencegah terbentuknya gas berbahaya di dalam tangki.

Salah satu ketentuan umum dalam perencanaan tangki septik adalah tersedianya lahan untuk unit pengolahan lanjutan, seperti sumur resapan atau saluran pembuangan air, sesuai dengan Standar Nasional Indonesia tahun 2017. Namun, ketika muka air tanah di sekitar tangki cukup tinggi, kemampuan bakteri pengurai dapat menurun karena bagian atas tangki selalu berada dalam kondisi terendam. Dalam studi Hastuti et al. mengenai sistem biofilter skala komunal

tahun 2014, dijelaskan bahwa jenis material dan proses pada tangki biofilter sangat dipengaruhi oleh kondisi tanah keras, area dengan muka air tanah tinggi, serta wilayah pesisir. Pada lokasi dengan muka air tanah tinggi, dianjurkan agar bagian dasar tangki septik dibuat menggunakan beton dan bagian sampingnya memakai pasangan bata atau beton. Keberadaan air pada bagian atas tangki juga dapat merembes ke tanah di sekitarnya dan masuk kembali melalui toilet atau saluran air, sehingga berpotensi mencemari air tanah dengan membawa bakteri serta penyakit yang berisiko bagi manusia. Penelitian di Banjar Ubung Sari, Kelurahan Ubung, Bali, mengungkap bahwa rumah yang tidak memiliki tangki septik yang memadai menyebabkan sumur gali warga terkontaminasi bakteri *E. Coli* dan Coliforms (Harmayani & Konsukartha, 2007). Temuan Gufran & Mawardi tahun 2019 juga memperlihatkan bahwa jarak antara sumur gali dan tangki septik rata-rata kurang dari 11 meter, tidak sesuai dengan ketentuan SNI tahun 1992. Kondisi tersebut berpotensi meningkatkan kadar bakteri *E. Coli* dan Coliforms, yang kemudian berhubungan dengan meningkatnya kasus diare di Desa Keude Lueng Putu, Kabupaten Pidie Jaya, Aceh.

Pencemaran air tanah di kawasan Margahayu, Kabupaten Bandung, Jawa Barat, disebabkan oleh rembesan limbah domestik dari tangki septik ke sumur gali milik warga. Mulyadi et al. (2018) membuat pemodelan mengenai pencemaran air tanah oleh amonium pada kedalaman 4–5 meter, yang dipicu oleh jarak yang terlalu dekat antara sumur dan tangki septik. Ketika hujan deras, sumur warga cenderung lebih cepat tercemar, terutama karena karakteristik batuan dasar berupa batu pasir yang mempercepat pergerakan bahan pencemar.

Dengan mempertimbangkan kondisi musim dan karakteristik lahan rawa gambut dengan muka air tanah yang tinggi, terdapat risiko besar terjadinya

pencemaran air tanah dan buruknya kondisi sanitasi akibat rembesan dari tangki septik konvensional. Berdasarkan SNI tahun 2017, wilayah dengan muka air tanah tinggi membutuhkan pengolahan lanjutan terhadap efluen tangki septik. Pengolahan lanjutan tersebut dapat berupa up flow filter—penyaringan air dengan arah aliran ke atas melalui media kerikil dan pasir—atau taman sanita. Menurut Said (2017), filter up flow adalah jenis filter yang berisi batu pecah atau kerikil yang berfungsi menguraikan zat organik dengan bantuan bakteri anaerob. Meski demikian, terdapat alternatif lain untuk daerah dengan muka air tanah tinggi, yaitu bio-porta tank (bacterial portable septic tank). Tangki septik jenis ini dirancang agar dapat dibangun tanpa memerlukan lahan luas, mudah dipindahkan, serta mampu memproses limbah menggunakan bakteri aerob yang berkembang biak cepat melalui aerator. Bio-porta memanfaatkan bakteri dengan kecepatan pertumbuhan tinggi, sehingga proses penguraian berlangsung lebih cepat dibandingkan dengan tangki septik konvensional.

Salah satu solusi yang diterapkan di Desa Kubang Jaya adalah penggunaan teknologi bio-porta. Bio-porta merupakan sistem pengolahan limbah organik yang menggunakan proses anaerobik untuk mengubah limbah menjadi energi dan pupuk organik. Dengan penerapan bio-porta, diharapkan desa tersebut dapat menyelesaikan permasalahan limbah organik secara efektif, seraya memberikan manfaat tambahan berupa sumber energi terbarukan dan pupuk organik ramah lingkungan. Walaupun tangki septik konvensional memiliki keterbatasan dalam kondisi normal, yaitu hanya mampu mengolah sekitar 22,5% polutan organik dengan tingkat efektivitas sekitar 65% (Singga & Dukabain, 2019). Penelitian ini bertujuan mengkaji efisiensi bio-porta yang dikembangkan oleh masyarakat perumahan di Desa Kubang Jaya bersama alumni Teknik Universitas Riau serta membandingkannya dengan

tangki septik konvensional. Berdasarkan tujuan tersebut, penelitian ini akan menitikberatkan pada analisis dampak teknologi terhadap lingkungan, kesejahteraan masyarakat, dan potensi pengembangan ekonomi lokal. Dengan demikian, diharapkan penelitian ini dapat memberikan gambaran menyeluruh mengenai keberhasilan penerapan Bioporta Tank serta berbagai faktor yang memengaruhinya.

2. METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan campuran atau mixed methods, yang merupakan kombinasi dari teknik kuantitatif dan kualitatif. Pendekatan ini dipilih untuk memberikan pemahaman yang lebih holistik dan mendalam mengenai efisiensi Bio-Porta Tank terhadap sanitasi di Desa Kubang Jaya, Kecamatan Tambang, Kabupaten Kampar. Dalam pendekatan kuantitatif, penelitian ini akan memfokuskan pada pengukuran secara angka terkait efisiensi Bio-Porta Tank. Pertama, penelitian akan melibatkan survei di seluruh Desa Kubang Jaya, mencakup semua lokasi Bio-Porta Tank yang ada. Sampel akan dipilih secara cermat untuk mencakup variasi dalam lokasi dan kondisi tank.

Pengumpulan data kuantitatif akan dilakukan melalui kuesioner terstruktur, yang dirancang untuk mengukur variabel-variabel terkait efisiensi, seperti volume limbah yang terkelola, produksi energi, dan kualitas output limbah. Data kuantitatif tersebut kemudian akan dianalisis menggunakan metode statistik, seperti analisis regresi atau uji perbandingan, untuk mengevaluasi hubungan antara efisiensi Bio-Porta Tank dengan faktor-faktor tertentu. Sementara itu, pendekatan kualitatif akan memberikan pemahaman mendalam mengenai konteks, persepsi, dan pengalaman terkait efisiensi Bio-Porta Tank di Desa Kubang Jaya. Wawancara mendalam akan dilakukan dengan pemilik dan pengguna Bio-Porta

Tank, serta pihak-pihak terkait seperti petugas sanitasi dan pemerintah desa.

Observasi langsung dan analisis dokumen juga akan dilibatkan untuk memperoleh informasi yang lebih kontekstual. Data kualitatif akan dianalisis secara tematik, diidentifikasi dan dikategorikan berdasarkan tema-tema utama yang muncul dari wawancara dan observasi. Integrasi data dari kedua pendekatan ini akan memberikan gambaran yang lebih lengkap dan holistik mengenai efisiensi Bio-Porta Tank terhadap sanitasi di Desa Kubang Jaya. Pendekatan campuran ini memungkinkan peneliti untuk memanfaatkan kekuatan masing-masing metode, menciptakan pemahaman yang lebih kaya dan mendalam mengenai dampak teknologi ini terhadap sanitasi di tingkat desa. Keseluruhan, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan pada pemahaman kita tentang efisiensi Bio-Porta Tank dan potensinya dalam meningkatkan sanitasi di konteks desa. Waktu pelaksanaan penelitian dilakukan dalam rentang waktu pada tanggal 23 November 2023 – 1 Desember 2023.

3. HASIL

Pencemaran air tanah oleh limbah septik di Desa Kubang Jaya merupakan isu serius yang memerlukan perhatian mendalam. Tingginya curah hujan meningkatkan risiko kontaminasi, dan jika pencemaran terjadi di saluran pembuangan, masalah sanitasi dan kesehatan masyarakat dapat meningkat drastis. Limbah dari tangki septik cenderung merembes ke permukaan tanah, menyebabkan penyumbatan saluran pembuangan di kamar mandi, yang dapat berujung pada bau tidak sedap dan genangan air di sekitar lingkungan rumah.

Salah satu syarat penting dalam perencanaan tangki septik adalah ketersediaan lahan untuk tahap pengolahan lanjutan, seperti sumur resapan atau saluran air pembuangan,

sesuai dengan Standar Nasional Indonesia tahun 2017. Namun, ketika tingkat muka air tanah di sekitar tangki septik tinggi, kinerja bakteri pengurai limbah dapat menjadi tidak efektif karena bagian atas tangki terus terendam air. Dalam kondisi ini, mencari solusi yang sesuai menjadi krusial untuk menjaga sanitasi dan kesehatan masyarakat Desa Kubang Jaya.

Tingkat muka air tanah yang tinggi di sekitar tangki septik Desa Kubang Jaya menjadi tantangan utama. Pada musim hujan, air yang terdapat di bagian atas tangki septik dapat meresap ke tanah sekitarnya dan keluar melalui toilet serta saluran air, mencemari air tanah dengan membawa bakteri dan penyakit berpotensi berbahaya bagi manusia. Dengan mempertimbangkan musim dan kondisi lahan rawa gambut yang memiliki muka air tanah tinggi, terdapat potensi besar untuk terjadinya pencemaran air tanah dan sanitasi yang buruk karena rembesan dari tangki septik konvensional. Desa Kubang Jaya berusaha mengatasi permasalahan limbah septik dengan mengadopsi solusi inovatif berupa Bioporta Tank. Bioporta Tank merupakan sistem pengolahan limbah organik yang menggunakan proses anaerobik untuk mengubah limbah menjadi sumber energi dan pupuk organik. Keunggulan Bioporta Tank terletak pada kemampuannya untuk memproses limbah dengan cepat melalui bakteri *aerob* yang dapat berkembang biak dengan efisien melalui *aerator*.

Bioporta Tank dirancang khusus untuk daerah-daerah dengan keterbatasan lahan, mudah dipindahkan, dan memiliki efektivitas pengolahan limbah yang tinggi. Meskipun tangki septik konvensional memiliki keterbatasan dalam kondisi biasa, bio-porta diharapkan dapat memberikan solusi yang lebih adaptif terhadap kondisi lingkungan, khususnya di Desa Kubang Jaya. Penerapan bio-porta di Desa Kubang Jaya menjadi langkah progresif dalam mengatasi permasalahan pencemaran air tanah akibat limbah septik. Dengan

menggunakan proses *anaerobik*, sistem ini mampu mengolah limbah secara efisien tanpa bergantung pada lahan yang luas. Selain itu, kemampuan berkembang biak *bakteri aerob* melalui *aerator* meningkatkan kecepatan dan efisiensi penguraian limbah, mengurangi risiko pencemaran.

3.1. Efisiensi BIOPORTA dibandingkan Septictank Konvensional

Menurut beberapa sumber yang telah ditelaah oleh peneliti, bio-porta memang lebih cocok diterapkan di Desa Kubang Jaya karena kondisi geografis dan topografi. bio-porta adalah sistem septik yang terdiri dari dua drum penampung air. Drum ini berfungsi sebagai tangki septik dengan masing-masing kapasitas 200 liter, berdiameter 53 cm, dan tinggi 93 cm. Kedua drum plastik tersebut terhubung menggunakan pipa PVC berukuran 4 inci. Dengan total kapasitas 400 liter, tangki septik bio-porta dapat digunakan untuk menampung limbah toilet bagi 3-4 orang dalam sebuah rumah tinggal. Peneliti juga fokus melakukan penelitian kepada septictank konvensional yang dalam septictank tinggi dari permukaan tanah 1 meter, lebarnya 50 cm x 100 cm x 100 cm, yang bermaterialkan semen, batu krikil dan batu bata, tangki septictank konvensional dapat digunakan untuk menampung limbah toilet bagi 4-7 orang dalam sebuah rumah tinggal. Sebagai pengukuran atau parameter perbandingan dari bio-porta dengan Septictank Konvensional dapat dilihat sebagai berikut:

Tabel 1. Parameter Perbandingan

Parameter	Bio-porta	Septictank Konvensional	Penghematan
Biaya	Rp. 1.142.700	Rp. 1.842.000	Rp. 699.300
Energi	173,28 Watt/Listrik	0	Septictank unggul

			non listrik (-173,28 Watt)
Waktu	5 Jam	72 Jam	67 Jam
Tenaga Kerja	2 orang	3 orang	1 orang
Eksternalitas (Limbah)	Ramah Lingkungan	Tidak terlalu ramah lingkungan	BIOPOR TA lebih ramah lingkungan

Data septictank konvensional yang dapat dilihat diatas merupakan sebuah data yang peneliti peroleh dari wawancara secara online dari perumahan di Desa Kubang Jaya. Data yang ada dibandingkan dengan data yang didapat dari jurnal-jurnal yang mengkaji keefektifan sanitasi dalam lingkungan perumahan. Dapat dilihat dari tabel diatas bahwasanya bio-porta lebih efisien dibandingkan dengan septictank konvensional dari Berbagai segi aspek. bio-porta merupakan solusi sanitasi yang lebih efisien untuk perumahan lingkungan dengan mengusung desain septik yang inovatif. Sistem ini terdiri dari dua drum penampung air yang dirancang secara ergonomis, masing-masing memiliki kapasitas 200 liter, berdiameter 53 cm, dan tinggi 93 cm. Keunikan bio-porta terletak pada fungsinya sebagai tangki septik yang tidak hanya efisien dalam penggunaan ruang tetapi juga dalam pengelolaan limbah. Kedua drum plastik ini diintegrasikan melalui pipa PVC berukuran 4 inci, menciptakan sistem yang terhubung dengan baik untuk mengoptimalkan proses pengolahan limbah. Dengan kapasitas total sebesar 400 liter, bio-porta dirancang khusus untuk menampung limbah toilet bagi 3-4 orang dalam suatu rumah tinggal. Kelebihan kapasitas ini memastikan bahwa sistem dapat menangani limbah secara efisien tanpa perlu perluasan tambahan, mengurangi kebutuhan ruang dan sumber daya.

Efisiensi bio-porta juga tercermin dalam kemampuannya untuk disesuaikan

dengan berbagai jenis perumahan dan lingkungan. Desain modularnya memungkinkan penempatan yang mudah di lokasi yang berbeda tanpa perlu infrastruktur tetap yang rumit. Selain itu, bahan-bahan yang digunakan, seperti drum plastik dan pipa PVC, memiliki sifat ringan dan tahan terhadap korosi, memberikan dampak lingkungan yang lebih positif. Dengan pendekatan yang lebih efisien dalam penggunaan ruang, pengelolaan limbah, dan adaptabilitas terhadap berbagai lingkungan, bio-porta menjadi solusi septik yang tidak hanya memenuhi kebutuhan sanitasi perumahan tetapi juga berkontribusi pada upaya pelestarian lingkungan.

Septictank konvensional yang memiliki dimensi tinggi 1 meter, lebar 50 cm, panjang 100 cm, dan terbuat dari bahan seperti semen, batu krikil, dan batu bata, menawarkan solusi sanitasi yang telah teruji dalam perumahan lingkungan. Keefisienan sistem ini terletak pada kemampuannya untuk menampung limbah toilet bagi 4-7 orang dalam suatu rumah tinggal, menciptakan solusi tangki septik yang dapat melayani sejumlah penghuni rumah yang cukup besar.

Dengan posisi septictank konvensional yang ditanam sekitar 1 meter di bawah permukaan tanah, sistem ini mencapai efisiensi dalam pengelolaan limbah secara alami. Proses pengolahan limbah dimulai dengan pengendapan padat di dalam tangki, sementara cairan limbah mengalir melalui proses *infiltrasi* melalui dinding dan dasar septictank untuk disaring oleh tanah di sekitarnya. Meskipun konstruksinya yang umumnya terdiri dari semen, batu krikil, dan batu bata membuatnya relatif tahan lama, tangki septictank konvensional ini membutuhkan sedikit pemeliharaan rutin dan dapat beroperasi tanpa kebutuhan daya listrik. Ini membuatnya menjadi pilihan sanitasi yang cukup sederhana dan efisien. Namun, perlu diingat bahwa efisiensi septictank konvensional terutama tergantung pada kondisi tanah di

Efisiensi	BIO-POR TA	Septictank Konvensional	Penghematan
Waktu	5 Jam	72 Jam	67 Jam

sekitarnya dan perawatan yang baik. Kesesuaian sistem ini dengan perumahan lingkungan juga dapat bergantung pada kebutuhan ruang dan regulasi lokal. Meskipun dapat melayani sejumlah orang yang cukup besar, penting untuk mempertimbangkan faktor-faktor tersebut untuk memastikan efisiensi penuh dalam pengelolaan limbah dan sanitasi perumahan.

Tabel 2. Efisiensi Biaya

Efisiensi biaya merupakan faktor krusial dalam mempertimbangkan solusi sanitasi, dan dalam konteks ini, perbandingan antara sistem bio-porta dan septic tank konvensional memberikan gambaran yang jelas. Bio-Porta, dengan biaya sekitar Rp. 1.142.700, menonjol sebagai pilihan yang lebih hemat dibandingkan dengan septic tank konvensional yang memerlukan biaya sekitar Rp. 1.842.000. Dengan perbedaan biaya mencapai Rp. 699.300.

Bio-Porta menunjukkan keunggulan yang signifikan dalam efisiensi waktu pembuatan dibandingkan dengan septic tank konvensional. Proses pembuatan Bio-Porta hanya memerlukan waktu sekitar 5 jam, sedangkan septic tank konvensional membutuhkan waktu yang jauh lebih lama, yakni sekitar 72 jam. Perbandingan ini menunjukkan penghematan waktu yang mencolok sebesar 67 jam ketika menggunakan bio-porta dibandingkan dengan opsi septic tank konvensional. Kecepatan dalam pembuatan bio-porta dapat diatribusikan kepada desain modular dan bahan ringan yang digunakan. Drum penampung air yang menjadi komponen utama bio-porta memungkinkan proses perakitan yang cepat dan efisien. Selain itu, penggunaan pipa PVC untuk menghubungkan drum-drum tersebut juga

berkontribusi pada kemudahan dan kecepatan instalasi.

Di sisi lain, pembuatan septic tank konvensional melibatkan tahapan yang lebih kompleks, seperti penggalian lubang yang lebih besar, pembentukan struktur dengan material seperti semen, batu krikil, dan batu bata, serta tahap pengeringan dan pengerasan. Seluruh proses ini membutuhkan waktu yang cukup lama, menciptakan perbedaan signifikan dalam efisiensi waktu antara dua opsi ini. Dengan mengutamakan efisiensi waktu pembuatan, bio-porta tidak hanya

Efisiensi	BIO-PORT A	Septictank Konvensional	Penghematan
Biaya	Rp. 1.142.700	Rp. 1.842.000	Rp. 699.300

menawarkan solusi sanitasi yang efektif tetapi juga mempercepat implementasi infrastruktur sanitasi dalam konteks perumahan dan lingkungan secara keseluruhan. Kecepatan pembuatan yang tinggi dapat menjadi faktor penting dalam mendukung keberlanjutan dan keefisienan proyek-proyek sanitasi.

Tabel 4. Efisiensi Energi

Efisiensi	BIO-POR TA	Septictank Konvensional	Penghematan
Energi	173,28 Watt/Listrik	0 Watt	Septictank unggul non listrik (-173,28)

Efisiensi energi bio-porta dapat diukur melalui penggunaan daya listrik selama prosesnya, yang tercatat sebesar 173,28 Watt. Penggunaan energi listrik ini terkait dengan pengoperasian alat aerator dalam sistem bio-porta. Sebagai perbandingan, Septictank Konvensional tidak memerlukan daya listrik untuk operasinya. Dengan kata lain, Septictank Konvensional menghemat energi sebesar -173,28 Watt karena tidak menggunakan

listrik, sementara bio-porta menggunakan daya listrik dalam jumlah tersebut untuk menjalankan aerator. Oleh karena itu, dari segi penghematan energi, Septictank Konvensional terbukti lebih efisien karena mampu beroperasi tanpa memerlukan daya listrik tambahan sebagaimana yang dibutuhkan oleh bio-porta.

Tabel 5. Efisiensi Tenaga Kerja

Efisiensi	BIO-POR TA	Septictank Konvensional	Penghematan
Tenaga Kerja	2 orang	3 orang	1 orang

Dalam aspek efisiensi tenaga kerja, bio-porta menunjukkan keunggulan dengan hanya memerlukan 2 orang tenaga kerja dalam masa pengerjaan. Sebaliknya, Septictank Konvensional memerlukan 3 orang tenaga kerja untuk menjalankan dan mengelola prosesnya. Penggunaan 2 orang tenaga kerja pada bio-porta menghasilkan penghematan sebanyak 1 orang dalam masa pengerjaan jika dibandingkan dengan Septictank Konvensional. Keunggulan ini dapat berkontribusi secara signifikan terhadap efisiensi operasional, mempercepat proses instalasi atau pemeliharaan, dan pada akhirnya, mengurangi biaya tenaga kerja. Dengan demikian, bio-porta tidak hanya mengoptimalkan penggunaan sumber daya manusia tetapi juga memberikan penghematan yang nyata dalam hal waktu dan biaya selama masa pengerjaan dibandingkan dengan Septictank Konvensional.

Tabel 6. Efisiensi Eksternalitas (Limbah)

Efisien si	BIO-PORT A	Septictank Konvensional	Penghematan
Eksternalitas (Limbah)	Ramah Lingkungan	Tidak terlalu ramah lingkungan	BIOPOR TA lebih ramah lingkungan

Dalam konteks efisiensi dan dampak eksternalitas limbah, bio-porta menonjol sebagai solusi ramah lingkungan dibandingkan dengan Septictank Konvensional. bio-porta dirancang dengan memperhatikan prinsip-prinsip keberlanjutan dan memiliki dampak lingkungan yang lebih terbatas. Sistem ini mampu mengelola limbah dengan lebih efisien, mengurangi risiko pencemaran lingkungan, dan meminimalkan dampak negatif terhadap ekosistem sekitarnya.

Di sisi lain, Septictank Konvensional cenderung memiliki dampak lingkungan yang lebih besar. Meskipun masih dapat memproses limbah, pendekatan konvensional ini mungkin melibatkan penggunaan bahan kimia atau proses yang kurang efisien, yang dapat menghasilkan limbah yang lebih sulit diolah dan dapat mencemari lingkungan sekitarnya. Dengan demikian, dari perspektif eksternalitas limbah, bio-porta dianggap lebih ramah lingkungan dibandingkan dengan Septictank Konvensional. Penggunaan bio-porta dapat memberikan kontribusi positif terhadap pelestarian lingkungan dengan mengurangi jejak ekologis dan risiko dampak negatif terhadap ekosistem air dan tanah. Sebagai solusi yang lebih berkelanjutan, bio-porta mencerminkan kesadaran terhadap tantangan lingkungan dan upaya untuk mencapai praktik-praktik sanitasi yang lebih bertanggung jawab.

Selain dari beberapa parameter diatas, ada penghitungan jumlah biaya fix cost dan variable cost sebagai acuan perbandingan efisiensi Bio-porta dengan Septictank konvensional. Hal tersebut dapat dilihat dari tabel berikut:

Tabel 7. Analisis Biaya Fix Cost Bio-porta

No	Alat dan Bahan	Harga /unit	Jumlah	Total Harga
1	Drum 200 L	Rp. 230.000/unit	2 drum	Rp.

				460.000
2	Pipa pvc 4	Rp. 176.000/batang	2 batang	R p. 362.000
3	Tulangan besi	Rp. 60.000/batang	1 batang	R p. 60.000
4	Bioball	Rp. 300/unit	50 unit	R p. 15.000
5	Ijuk	Rp. 18.000/kg	1 kg	R p. 18.000
6	Saringan kasa	Rp. 10.000/m	1/2 m	R p. 5.000
7	Aerator	Rp. 32.000/unit	1 unit	R p. 32.000
Total				Rp. 952.000

Tabel 8. Fix Cost Septictank Konvensional

N o	Alat dan Bahan	Harga/unit	Jumlah	Total Harga
1	Batu bata	Rp. 300/unit	240 buah	R p. 96.000
2	Semen	Rp. 62.000/sak	2 sak	R p. 124.000
3	Pasir	Rp. 130.000/mobil	1 mobil	R p. 130.000
4	Besi 8 mm	Rp. 60.000/batang	2 batang	R p. 120.000
5	Kawat beton	Rp. 23.500/gulung	1/2 gulung	R p. 12.000

6	Triplek	Rp. 100.000/lembar	1/2 lembar	R p. 50.000
7	Batu Krikil	Rp. 100.000/mobil	1/2 mobil	R p. 50.000
8	Paralon	Rp. 150.000/batang	3 batang	R p. 450.000
Total		Rp. 1.032.000		

Dari tabel di atas, terlihat perbandingan biaya fix modal atau modal awal antara Bioporta dan septictank konvensional. Bioporta membutuhkan modal awal sebesar Rp. 952.000, sedangkan septictank konvensional memerlukan modal awal sebesar Rp. 1.032.000. Perbedaan biaya ini mengindikasikan bahwa dalam aspek modal awal, Bioporta lebih ekonomis dibandingkan septictank konvensional. Dalam hal ini, Bioporta mungkin mengandalkan teknologi atau proses pembuatan yang lebih efisien atau menggunakan bahan baku yang lebih terjangkau, sehingga menghasilkan biaya modal yang lebih rendah. Jika Bioporta mampu menyediakan solusi septictank dengan biaya awal yang lebih rendah tanpa mengorbankan kualitas dan kinerja, hal ini dapat menjadi keunggulan kompetitif yang signifikan.

Setelah menganalisa perbandingan biaya fix cost (Modal Awal), selanjutnya peneliti akan membandingkan biaya variable cost (biaya tidak tetap) yang akan dikeluarkan setiap kebutuhan yang diperlukan.

Tabel 9. Analisis Biaya Variable

Analisis Biaya	BIOPORTA	Septictank
Listrik	Rp. 5.700/hari	0
Tenaga Kerja	Rp. 140.000/5 jam/2 orang	Rp. 120.000/1 orang/hari = Rp. 360.000 untuk 3 hari

Biaya perawatan	Rp.45.000/tahun	Rp. 450.000/tahun
Total	Rp. 190.700	Rp. 810.000

Dalam menganalisis biaya antara Bioporta dan septictank konvensional di masyarakat Desa Kubang Jaya, terdapat perbedaan yang signifikan. Pertama-tama, dari segi biaya listrik, Bioporta memerlukan biaya sebesar Rp. 5.700 per hari, sedangkan septictank konvensional tidak mengeluarkan biaya listrik sama sekali. Hal ini menunjukkan bahwa dari segi pengeluaran listrik, septictank konvensional memiliki keunggulan yang dapat mengurangi beban biaya operasional. Selanjutnya, dalam hal tenaga kerja, Bioporta membutuhkan biaya sebesar Rp. 140.000 untuk dua orang pekerja selama 5 jam. Di sisi lain, septictank konvensional membutuhkan biaya pekerjaan sebesar Rp. 120.000 per orang per hari, dan dengan asumsi pekerjaan berlangsung selama 3 hari, biaya totalnya mencapai Rp. 360.000. Oleh karena itu, dari segi tenaga kerja, bioporta cenderung lebih mahal karena membutuhkan lebih banyak tenaga kerja.

Selanjutnya, dari segi biaya perawatan, Bioporta memerlukan biaya Rp. 45.000 per tahun, sementara septictank konvensional membutuhkan biaya perawatan sebesar Rp. 450.000 per tahun. Walaupun Bioporta memiliki biaya perawatan yang lebih rendah, namun perlu diingat bahwa biaya operasionalnya yang lebih tinggi dapat menciptakan dampak pada total biaya selama penggunaan jangka panjang. Secara keseluruhan, ketika biaya listrik, tenaga kerja, dan biaya perawatan dijumlahkan, biaya total penggunaan Bioporta mencapai Rp. 190.700, sementara septictank konvensional mencapai Rp. 810.000. Analisis ini dapat menjadi dasar bagi masyarakat Desa Kubang Jaya untuk memilih sistem septiktank yang lebih sesuai dengan ketersediaan sumber daya dan kebutuhan mereka, dengan mempertimbangkan faktor ekonomis yang terkait dengan biaya operasional.

Melihat dari biaya Fox cost (modal awal) dan biaya variable cost (biaya yang dikeluarkan secara periodic) dari pengolahan limbah menggunakan bioporta maupun septictank konvensional, peneliti menyimpulkan sebagai tabel berikut:

Tabel 10. Biaya Fox Cost (Modal Awal) Dan Biaya Variable Cost

Parameter	Bio-porta	Septictank konvensional	Efisiensi
Fix cost	Rp. 952.000	Rp. 1.032.000	Rp. - 848.000
Variable cost	Rp. 190.700	Rp. 810.000	Rp. - 619.300
Total	Rp. 1.142.700	Rp. 1.842.000	Rp. 1.647.300
Hasil	Lebih ramah lingkungan	Tidak begitu ramah lingkungan	Bioporta unggul

Dari penjelasan pada tabel di atas, terlihat dengan jelas perbedaan efisiensi antara bio-porta dan septictank konvensional. Perbedaan ini tercermin dalam selisih biaya sebesar Rp. 1.647.300. Analisis ini menunjukkan bahwa bioporta secara nyata lebih efisien dibandingkan dengan septictank konvensional. Pertama-tama, efisiensi bioporta terlihat dari aspek ekonomi. Dengan selisih biaya yang signifikan, bioporta menjadi pilihan yang lebih hemat biaya dalam jangka panjang. Investasi awal yang mungkin lebih tinggi untuk memasang bioporta dapat diimbangi oleh penghematan biaya perawatan dan pengelolaan limbah selama penggunaan sistem tersebut. Hal ini memberikan keuntungan finansial yang jelas bagi pengguna bioporta. Selain itu, efisiensi bioporta juga terlihat dari segi teknis. Bio-porta menggunakan bakteri dengan pertumbuhan lebih cepat dibandingkan septictank konvensional. Dengan pertumbuhan bakteri yang lebih

efisien, proses penguraian limbah menjadi lebih singkat. Ini berarti bioporta dapat mengolah limbah dengan lebih efektif dan cepat, mengurangi risiko penumpukan limbah yang dapat menyebabkan masalah lingkungan dan kesehatan. Dalam skala pengolahan limbah, bioporta juga menonjolkan keunggulannya. Dengan teknologi yang lebih canggih, bioporta mampu mengatasi volume limbah yang lebih besar dengan efisiensi yang tetap tinggi. Hal ini menjadi penting dalam konteks keberlanjutan lingkungan, di mana pengelolaan limbah yang baik menjadi kunci untuk menjaga kelestarian lingkungan hidup.

4. DISKUSI



Gambar 1. Tampak depan tangki septik bio-porta dalam skala lapangan.

Pada Gambar 1 terlihat tangki septik bio-porta dalam skala sebenarnya, yang terhubung menggunakan pipa PVC. Pada bagian atas samping drum pertama (kiri), terdapat pipa PVC yang menghubungkannya dengan kloset. Sebaliknya, pada drum kedua (kanan), terdapat pipa PVC yang menghubungkannya dengan saluran pembuangan ke drainase. Di dalam drum pertama, telah dibuat tempat penyaringan menggunakan tulangan besi yang dipasang di dalamnya. Di dalam penyaringan tersebut ditempatkan rumah bakteri (bio ball) yang terbuat dari sedotan dan tutup botol bekas. Pada drum kedua, penyaringannya diisi dengan lapisan ijuk setebal 10 cm dan pasir setebal 10 cm, yang kemudian ditutup dengan saringan kasa. Sebuah alat pengaerasi yang

menggunakan listrik dipasang pada drum pertama untuk mempercepat reproduksi bakteri. Pada tangki bio-porta, pengaerasi berfungsi untuk mempercepat pembuatan gelembung udara pada bio ball, sehingga jumlah bakteri terus bertambah dan proses penguraian limbah dapat berlangsung lebih cepat. Dengan demikian, sistem ini dirancang untuk meningkatkan efisiensi dalam pengolahan limbah.



Gambar 2. Pemasangan tangki septik bio-porta di salah satu rumah warga

Pada gambar 2 dalam rangka memasang sistem bio-porta, proses dimulai dengan penggalian lahan untuk menempatkan kedua tangki bio-porta ke dalam tanah. Setelah itu, pipa yang terhubung dengan kloset dan sistem drainase dihubungkan ke tangki septik untuk mengalirkan limbah ke dalam tangki tersebut. Tahap selanjutnya melibatkan penyisipan saringan dan bio ball ke dalam tangki, dengan tujuan meningkatkan efisiensi penyaringan dan proses penguraian limbah. Saringan, yang terbuat dari tulangan besi, dipasang di dalam drum pertama untuk menyaring limbah sebelum mencapai bio ball, yang merupakan rumah bagi bakteri yang bertanggung jawab atas penguraian limbah. Pada tahap akhir instalasi, aerator dipasang untuk meningkatkan kuantitas gelembung udara dalam sistem bio-porta. Aerator ini, yang menggunakan daya listrik, berfungsi untuk mempercepat perkembangbiakan bakteri di dalam bio ball dengan memasok udara tambahan. Dengan adanya gelembung udara yang lebih banyak, proses pembuatan bio ball menjadi lebih efisien, dan jumlah bakteri

yang bertanggung jawab atas penguraian limbah dapat terus meningkat. Sebagai hasilnya, penggunaan aerator ini bertujuan untuk meningkatkan kinerja bio-porta dalam mengolah limbah secara optimal.



Gambar 3. Ilustrasi tangki bio-porta di dalam tanah.

Bioporta Tank adalah kemampuannya untuk mudah dipindahkan, memungkinkan penyesuaian dengan kondisi geografis dan topografi yang berubah-ubah. Hal ini sangat penting mengingat Desa Kubang Jaya berada di daerah rawa gambut dengan karakteristik muka air tanah yang fluktuatif. Bioporta Tank menjadi solusi yang adaptif, mengatasi kendala lahan dan memberikan fleksibilitas dalam pengelolaan limbah.

Penggunaan Bioporta Tank bukan hanya sekedar solusi teknologi, tetapi juga berdampak positif pada aspek sosial dan kesehatan masyarakat. Dengan efektivitas pengolahan limbah yang tinggi, risiko penularan penyakit melalui air tanah dapat diminimalkan, meningkatkan kualitas hidup masyarakat Desa Kubang Jaya. Selain itu, bahan bakar organik yang dihasilkan dari proses anaerobik Bioporta Tank dapat digunakan sebagai sumber energi alternatif, mengurangi ketergantungan pada energi konvensional dan mendukung pembangunan berkelanjutan. Namun, peralihan dari tangki septik konvensional ke Bioporta Tank bukan tanpa tantangan. Perlu adanya edukasi dan pelatihan bagi masyarakat setempat agar dapat memahami dan menjalankan sistem ini secara efektif. Selain itu, aspek pemeliharaan dan monitoring juga perlu ditekankan untuk

memastikan kinerja Bioporta Tank tetap optimal.

Tabel 11. Identifikasi dan pemecahan masalah

Identifikasi pemecahan masalah	Pemecahan masalah
Kurangnya pemeliharaan rutin pada tangki septik dapat mengakibatkan penumpukan lumpur dan endapan, mengurangi kapasitas penyimpanan dan kinerja tangki.	Tetapkan jadwal pemeliharaan rutin untuk menyedot lumpur dan endapan dari tangki septik secara teratur. Ini membantu menjaga kapasitas penyimpanan tangki dan mencegah penumpukan yang berlebihan
Faktor lingkungan seperti tanah yang tidak sesuai atau tingkat air tanah yang tinggi dapat mempengaruhi kinerja tangki septik dan meningkatkan risiko pencemaran.	Memberikan penyuluhan dan pelatihan terkait penggunaan tangki bio-porta, sebuah tangki septik portabel yang dapat dipasang pada kawasan dengan muka air tanah tinggi.
Kurangnya pemahaman dan kesadaran masyarakat mengenai cara yang benar dalam mengelola tangki septik dapat menyebabkan perilaku yang merugikan, seperti pembuangan limbah yang tidak sesuai.	Lakukan program edukasi yang menyeluruh tentang pentingnya pemeliharaan tangki septik dan cara yang benar dalam mengelolanya. Sosialisasikan dampak buruk dari pembuangan limbah yang tidak sesuai untuk meningkatkan kesadaran masyarakat.

Dalam konteks pembangunan berkelanjutan, implementasi solusi seperti Bioporta Tank di Desa Kubang Jaya dapat menjadi contoh bagi daerah-daerah lain

yang menghadapi tantangan serupa. Perlu kerjasama antara pemerintah, lembaga nirlaba, dan masyarakat untuk mendukung penerapan teknologi ramah lingkungan seperti ini. Keberhasilan Desa Kubang Jaya dalam mengatasi pencemaran air tanah menjadi inspirasi untuk menjaga keberlanjutan lingkungan dan meningkatkan kesejahteraan masyarakat.

Secara keseluruhan, pencemaran air tanah oleh limbah septik di Desa Kubang Jaya menunjukkan kompleksitas permasalahan yang melibatkan faktor alam, teknologi, sosial, dan ekonomi. Penggunaan Bioporta Tank sebagai solusi inovatif menawarkan harapan untuk mengatasi tantangan ini dengan cara yang berkelanjutan dan adaptif. Edukasi, partisipasi masyarakat, dan dukungan pemerintah merupakan kunci keberhasilan dalam menjaga keberlanjutan lingkungan dan meningkatkan kualitas hidup masyarakat Desa Kubang Jaya.

Desa Kubang Jaya menghadapi tantangan serius saat musim kemarau tiba, di mana muka air tanah menurun secara signifikan. Meskipun dalam kondisi ini, tangki septik konvensional yang digunakan oleh warga desa masih berfungsi seperti biasa. Namun, perubahan dramatis terjadi saat musim hujan melanda. Dengan datangnya hujan deras, sebagian warga mengalami masalah toilet yang mampet karena tangki septik konvensional mengalami kendala dan tidak mampu menangani volume air yang meningkat. Situasi inilah yang mendorong ketertarikan warga terhadap tangki septik bio-porta sebagai alternatif yang lebih andal. Bio-porta menawarkan solusi yang efisien, terutama di musim hujan ketika risiko masalah septik tank konvensional meningkat. Kelebihan bio-porta terletak pada kemampuannya mengatasi volume air yang lebih tinggi dan daya tampung limbah yang lebih efisien, sehingga dapat memberikan solusi

yang lebih handal dan efektif dalam mengatasi masalah sanitasi di lingkungan desa Kubang Jaya.

Pilihan untuk beralih ke tangki septik bio-porta menjadi semakin menarik karena mampu menangani perubahan kondisi musim, dari kemarau hingga musim hujan. Ini menciptakan solusi yang lebih adaptif dan dapat diandalkan bagi warga desa, membantu mereka menjaga kebersihan lingkungan domestik secara konsisten. Dengan demikian, bio-porta tidak hanya menjadi alternatif yang efisien, tetapi juga berpotensi menjadi solusi yang berkelanjutan untuk mengatasi tantangan sanitasi di Desa Kubang Jaya, terutama dalam menghadapi fluktuasi kondisi cuaca.

5. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian mengenai efisiensi bio-porta tank (*bacterial portable septic tank*) terhadap sanitasi perumahan Di Desa Kubang Jaya Kecamatan Tambang Kabupaten Kampar, adalah efisiensi bio-porta lebih tinggi dibandingkan dengan septictank konvensional. Dimana hal tersebut dapat dilihat dari segi selisih biaya dan keefektifan dalam pengolahan limbah. Perbedaan ini tercermin dalam selisih biaya sebesar Rp. 1.647.300. Analisis ini menunjukkan bahwa bioporta secara nyata lebih efisien dibandingkan dengan septictank konvensional. Selain itu, efisiensi bioporta juga terlihat dari segi teknis. Bio-porta menggunakan bakteri dengan pertumbuhan lebih cepat dibandingkan septictank konvensional. Dengan pertumbuhan bakteri yang lebih efisien, proses penguraian limbah menjadi lebih singkat. Ini berarti bioporta dapat mengolah limbah dengan lebih efektif dan cepat, mengurangi risiko penumpukan limbah yang dapat menyebabkan masalah lingkungan dan kesehatan. Dalam skala pengolahan limbah, bioporta juga menonjolkan keunggulannya. Kelebihan bio-porta terletak pada kemampuannya

mengatasi volume air yang lebih tinggi dan daya tampung limbah yang lebih efisien, sehingga dapat memberikan solusi yang lebih handal dan efektif dalam mengatasi masalah sanitasi di lingkungan desa Kubang Jaya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih peneliti sampaikan kepada warga perumahan di Desa Kubang Jaya dan Alumni Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Riau yang telah bersedia untuk diwawancarai mengenai bio-porta yang mereka buat dan peneliti juga mengucapkan terimakasih kepada dosen mata pengampu mata kuliah Teknologi Tepat Guna yang telah memberikan bimbingan dan arahnya selama penulisan jurnal ini. Serta semua yang telah berkontribusi agar terselesainya jurnal ini peneliti ucapkan terimakasih.

DAFTAR REFERENSI

- Badan Pusat Statistik. (2017). *Kabupaten Kampar dalam Angka 2017*, <https://kamparkab.bps.go.id/publication/2017/08/12/0b7472917671cd155e9945a3/kabupaten-kampar-dalam-angka-2017.html> <akses 29 September 2019>
- Firdaus, & Muclisin, Z. A. 2010. Degradation rate of sludge and water quality of septic tank (water closed) by using starbio and freshwater catfish as biodegradator. *Jurnal Natural* 10(1): 1-6.
- Gufran, M. & Mawardi. (2019). Dampak pembuangan limbah domestik terhadap pencemaran air tanah di kabupaten Pidie Jaya. *Serambi Engineering* IV(1): 416-425.
- Mulyadi, D., Maria, R., Sugianti, K., & Syahbana, A. J. (2018). Pemodelan rembesan tangki septik dekat sumur gali di daerah Margahayu, Kabupaten Bandung. *Widyariset* 4(1): 75-88.
- Hastuti, E., Medawati, I., & Darwati, S. (2014). Kajian penerapan teknologi biofilter skala komunal untuk memenuhi standar perencanaan pengolahan air limbah domestik. *Jurnal Standardisasi* 16(3): 205-214.
- Singga, S. & Dukabain, O. M. (2019). Kombinasi metode anaerob dan aerob pada septiktank untuk menurunkan kadar BOD, TSS dan Coliform pada limbah cair rumah tangga. *Oehonis: The Journal of Environmental Health Research*. 3(1): 180-184.
- Standar Nasional Indonesia. (2017). SNI 2398:2017 Tata cara perencanaan tangki septik dengan pengolahan lanjutan (sumur resapan, bidang resapan, up flow filter, kolam sanita). *Jakarta: Badan Standardisasi Nasional*.
- Standar Nasional Indonesia. (1992). SNI 03-2916-1992 Spesifikasi sumur gali untuk sumber air bersih. *Jakarta: Badan Standardisasi Nasional*.