

EFEKTIVITAS PENGOLAHAN LIMBAH GREY WATER MELALUI ECOTECH GARDEN SKALA RUMAH TANGGA DI KOTA KUPANG

Elsa Maria A. L. da Costa^{1*}, Marylin S. Junias², Mustakim Sahdan³

¹Program Studi Ilmu Kesehatan Masyarakat, FKM Universitas Nusa Cendana

²Bagian Kesehatan Lingkungan dan Kesehatan Kerja, FKM Universitas Nusa Cendana

³Bagian Kesehatan Lingkungan dan Kesehatan Kerja, FKM Universitas Nusa Cendana

*Korespondensi: dacosta.mariaelsa@yahoo.co.id

Abstract

In Kupang City, greywater is disposed of in the environment without any treatment, so it often causes problems in terms of aesthetics, health and exceeds the specified parameter limits. This study aims to determine the effectiveness of the Ecotech garden as one of the methods to treat greywater waste using water ornamental plants. This research type is quasi-experimental with a Group Pretest Posttest Design. The research sample is greywater from the inlet and outlet to be tested in the laboratory. Data were analyzed using the One Way Anova test with a p-value of 0.05, and the quality of wastewater before and after processing would be calculated using the effectiveness formula. Based on the analysis, it was found that the p-value of the three plants was 0,368 and shows that there is no significant difference between the three plants so that one of them can be selected. Based on the effectiveness value, Ecotech garden is considered very effective to reduce the greywater parameters concentration, namely BOD, COD, and TSS by 99% and 97%, while the concentration of ammonia (NH₃) and pH both before and after processing are still below the quality standards. The most effective plants are the cattail plants and water hyacinth. It is suggested that Ecotech Garden can be maximally made on a communal scale, such as for housing and boarding houses/ dormitories by using several types of plants to be more effective in treating grey water waste.

Keywords: Greywater, Ecotech Garden, Effectiveness, Water Ornamental Plant, Wastewater Treatment.

Abstrak

Di Kota Kupang, *grey water* dibuang ke lingkungan tanpa diolah terlebih dulu sehingga sering menimbulkan masalah dalam hal estetika, kesehatan dan melebihi batas parameter yang ditentukan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui efektivitas *Ecotech garden* sebagai salah satu metode yang dapat dipakai untuk mengolah limbah *grey water* memanfaatkan tanaman hias air. Jenis penelitian ini adalah eksperimen semu dengan rancangan Pre test-Post test Satu Kelompok. Sampel penelitian ialah limbah *grey water* dari *inlet* dan *outlet* untuk diuji di laboratorium. Analisis menggunakan uji One Way Anova dengan *p-value* 0,05 dan kualitas air limbah sebelum dan sesudah diolah akan dihitung menggunakan rumus efektivitas. Berdasarkan hasil analisis didapati nilai *p-value* ketiga tanaman ialah 0,368. Hasil analisis nilai *p* yang ada menunjukkan tidak ada perbedaan signifikan antara ketiga tanaman sehingga dapat dipilih salah satu dari ketiga jenis tanaman yang digunakan. Selain itu berdasarkan nilai efektivitas, *ecotech garden* dinilai sangat efektif dalam menurunkan konsentrasi parameter *grey water* yaitu BOD, COD dan TSS dengan nilai efektivitas sebesar 99% dan 97% sementara konsentrasi Amoniak (NH₃) dan *pH* baik sebelum dan sesudah diolah masih berada di bawah ambang baku mutu. Tanaman yang paling efektif untuk digunakan adalah tanaman ekor kucing (*Cattail*) dan Eceng gondok. Disarankan agar *ecotech garden* ini lebih maksimal bila dibuat dalam skala komunal seperti perumahan dan kos-kosan/asrama dan dengan menggunakan beberapa jenis tanaman agar lebih efektif dalam mengolah limbah *grey water*.

Kata Kunci: Grey Water, Ecotech Garden, Efektivitas, Tanaman Hias Air, Pengolahan Air Limbah.

Pendahuluan

Jumlah rumah tangga di Kota Kupang mengalami peningkatan dari tahun 2015-2019 yaitu 92.557 rumah tangga di tahun 2015, 95.258 rumah tangga pada tahun 2016, dan meningkat menjadi 97.725 rumah tangga pada tahun 2017, pada tahun 2018 mengalami

kenaikan hingga angka 100.352 rumah tangga dan pada tahun 2019 bertambah menjadi 102.998 rumah tangga. Rata-rata jumlah anggota keluarga sebanyak 4 orang.¹ Laju pertumbuhan jumlah penduduk disertai akselerasi aktivitasnya, selalu berbanding lurus dengan peningkatan pemanfaatan air.² Penduduk Kota Kupang yang terus bertambah jumlahnya menyebabkan pemanfaatan air untuk kebutuhan domestik terus meningkat.³ Dengan demikian ikut meningkatkan jumlah *grey water* yang dihasilkan tiap hari.

Grey water merupakan hasil buangan dari kegiatan seperti mencuci, sisa buangan dari dapur dan mandi. *Grey water* hasil aktivitas domestik masyarakat menjadi permasalahan yang perlu segera diatasi karena komposisi air limbah *grey water* terdiri dari bahan organik dan senyawa mineral yang sebagian berbentuk suspensi dan bahan terlarut. *Grey water* yang tidak diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke lingkungan hanya akan menjadi genangan air yang dapat menjadi perindukkan vektor penyakit, berdampak lanjutan terhadap pencemaran air tanah dan merusak estetika lingkungan dengan warnanya yang hitam dan berbau yang mengganggu aktivitas masyarakat.⁴

Berdasarkan data awal hasil pengujian *grey water* yang dihasilkan di rumah tangga lokasi pelaksanaan penelitian eksperimen, konsentrasi BOD sebesar 52,4 Mg/L (baku mutu 30 Mg/L), COD 334,5 Mg/L (baku mutu 100 Mg/L), TSS 106 Mg/L (baku mutu 30 Mg/L) dan Amonia 2,27 Mg/L (baku mutu 10 Mg/L). Parameter *pH* diukur dengan kertas indikator universal yang menunjukkan nilai 8 (baku mutu 6-9). Jika dibandingkan dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 68 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik didapati konsentrasi parameter BOD, COD dan TSS melebihi kadar maksimum yang diperbolehkan, sementara Amoniak dan *pH* masih berada di bawah kadar maksimum yang ditetapkan. Berdasarkan hasil pengujian data awal ini membuktikan bahwa limbah *grey water* yang dibuang ke lingkungan tanpa pengolahan lebih dulu memiliki kandungan pencemar yang melebihi batas yang ditentukan.

Salah satu metode yang efektif dalam pengelolaan limbah cair adalah *ecotech garden* yang merupakan modifikasi dari teknologi *constructed wetland* atau lahan basah buatan. Teknologi ini menirukan proses alami dengan memadukan unsur tanah, pasir, kerikil, dan tanaman air sehingga *grey water* yang terolah tidak hanya memenuhi syarat untuk dibuang ke lingkungan namun juga dapat menciptakan estetika lingkungan dan bahkan dapat digunakan kembali untuk kebutuhan *non-potable*.⁵ Teknologi ini dapat menggunakan tanaman hias air berupa *Arrow head*, *Sagita japonica*, melati air, cana air, *Potenderia cordata*, *Cyperus papyrus*, dan *Typha angustifolia* namun dapat disesuaikan pada tiap daerah. Bambu air (*Equisetum hyemale*), *Cattail* (*Typha angustifolia*) dan Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*) merupakan tiga tanaman hias air yang dapat ditemui dengan mudah di Kota Kupang. Ketiga tanaman ini dipilih juga karena telah digunakan pada penelitian serupa tentang pengolahan limbah namun belum spesifik pada jenis limbah *grey water* dan teknologi *ecotech garden*. Teknologi ini dapat diaplikasikan dalam skala rumah tangga ataupun komunal dan memiliki nilai ekologis dan ekonomis. Secara ekologis air limbah hasil pengolahan dapat memenuhi syarat untuk dibuang ke lingkungan atau digunakan kembali. Sedangkan secara ekonomis, tanaman hias air yang digunakan dapat menambah pendapatan dalam rumah tangga karena bibit tanaman hias air dapat dijual.

Teknologi *ecotech garden* sebagai pengolah limbah *grey water* di Kota Kupang belum diterapkan, ditandai dengan belum adanya penelitian dan pengaplikasian teknologi pengolahan limbah *grey water* pada skala rumah tangga. Tujuan dari penelitian ini ialah untuk mengetahui efektivitas pengolahan limbah *grey water* melalui *ecotech garden* skala rumah tangga di Kota Kupang yang sedianya menjadi rekomendasi strategis dalam menata dan memperbaiki kualitas lingkungan khususnya pengelolaan *grey water* secara berkelanjutan. Diharapkan dapat

mengarahkan semua pihak secara kolektif baik individu masyarakat maupun pemerintah dalam upaya pengendalian dan pengawasan limbah *grey water* berdasarkan prinsip *co-management*. Hasil penelitian juga diharapkan dapat mendorong pihak pemerintah melalui instansi terkait dan pemangku kepentingan dalam merencanakan program-program prioritas terkait pengelolaan *grey water* secara terkontrol. Dengan demikian kualitas lingkungan yang bersih dan sehat dapat terwujud dan mendukung peningkatan derajat kesehatan masyarakat.

Metode

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen semu menggunakan rancangan satu kelompok *pre-test post-test*.

Tabel 1. Skema Rancangan Penelitian

<i>Pre-Test</i>	<i>Treatment</i>	<i>Post-Test</i>
	X	
Pengujian <i>grey water</i> sebelum diolah oleh: 1) Bambu Air, 2) Cattail, 3) Eceng Gondok	(Ecotech Garden) Susunan media: - Lapisan kerikil setinggi 20 cm - Lapisan tanah setinggi 10 cm - Lapisan air 10 cm dan - Ambang bebas setinggi 7,5 cm.	Pengujian <i>grey water</i> setelah diolah oleh: 1) Bambu Air, 2) Cattail, 3) Eceng Gondok

Masing-masing tanaman akan dimanfaatkan bergiliran dalam saluran *ecotech garden* yang sama setiap 7 hari. Penentuan 7 hari sebagai representasi aktivitas penggunaan air dalam seminggu. Tiap hari sampel akan diambil dan dikumpulkan pada wadah terpisah begitu pun dengan sampel sesudah melewati saluran dan pada hari kedelapan sampel sebelum diolah dan sesudah terolah akan dibawa untuk diuji. Sampel air limbah diambil dua kali yaitu dari *inlet* dan *outlet* pada masing-masing tanaman dengan total sampel yang diuji ialah 24 sampel. Sampel air limbah *grey water* diuji di UPT Laboratorium Lingkungan Provinsi NTT (untuk parameter BOD, COD, TSS dan Amoniak), pH diukur menggunakan Kertas Indikator Universal. Tanaman hias air yang digunakan ialah Bambu Air (*Equisetum hyemale*), Cattail/ekor kucing (*Typha angustifolia*) dan Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*). Parameter yang diuji ialah BOD, COD, TSS, Amoniak (NH₃) dan pH.

Penelitian dilakukan pada satu rumah tangga di Kelurahan Oesapa, Kota Kupang dengan jumlah anggota rumah tangga sebanyak 11 orang. Populasi dalam penelitian ini ialah seluruh air limbah domestik yang dihasilkan dari rumah tangga yang dijadikan lokasi penelitian. Sampel dalam penelitian ini adalah air limbah *grey water* sebelum dan sesudah melewati saluran *ecotech graden*. Selain itu, dilakukan persiapan tanaman melalui aklimatisasi selama 14 hari untuk kemudian dimanfaatkan dalam saluran *ecotech garden*. Hasil pengujian laboratorium menjadi data yang akan dianalisis menggunakan uji statistik *One Way Anova* dan rumus efektivitas untuk mengetahui persentase keefektifan tanaman hias air pada masing-masing parameter yang diuji. Selanjutnya membandingkan hasil pengujian laboratorium dengan Baku Mutu Limbah Domestik Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 68 Tahun 2016. Penelitian ini telah mendapat kelayakan etik dari Komisi Etik Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Nusa Cendana dengan Nomor: 2019178 – KEPK Tahun 2019.

Hasil

1. Hasil Aklimatisasi Tanaman

Berdasarkan observasi dari aklimatisasi yang dilakukan pada ketiga tanaman yaitu bambu air, *Cattail* dan eceng gondok didapati ada beberapa helai daun atau batang yang memang menguning dan mati namun ketiga tanaman tetap bertahan hidup dan bahkan menumbuhkan tanaman baru.

2. Efektivitas Pengolahan Tiap Parameter Limbah Grey Water melalui *Ecotech Garden*

Tabel 2. Nilai Semua Parameter dan Hasil Perhitungan Efektivitas Tiap Tanaman

Parameter	Tanaman	Pre Test (Mg/L)	Baku Mutu (Mg/L)	Post Test (Mg/L)	Nilai Efektivitas (%)	Standar Efektivitas oleh Metcalf dan Eddy
BOD	Bambu Air	29,85		23,51	21%	
	<i>Cattail</i>	335	30	2,08	99%	85-90%
	Eceng Gondok	67,8		7,25	89%	
COD	Bambu Air	114,76		105,10	8%	
	<i>Cattail</i>	367	100	2,37	99%	85-90%
	Eceng Gondok	226,75		31,50	86%	
TSS	Bambu Air	88		3	97%	
	<i>Cattail</i>	121	30	15	88%	10-25%
	Eceng Gondok	201		6	97%	
Amoniak (NH ₃)	Bambu Air	2,08		1,75	16%	
	<i>Cattail</i>	2,14	10	1,27	41%	-
	Eceng Gondok	3,34		0,425	87%	
pH	Bambu Air	8		7	13%	
	<i>Cattail</i>	8	6-9	7	13%	-
	Eceng Gondok	8		6	25%	

Berdasarkan tabel 2, diketahui bahwa nilai efektivitas terbesar ada pada tanaman *Cattail* sebesar 99% dalam menurunkan konsentrasi BOD dan COD, diikuti tanaman bambu air dan eceng gondok yang sangat efektif menurunkan konsentrasi TSS yaitu sebesar 97%. Berdasarkan standar efektivitas dari *Metcalf* dan *Eddy*, ketiga tanaman sangat efektif bila dimanfaatkan untuk menurunkan konsentrasi TSS, sementara *Cattail* dan Eceng gondok sangat efektif dalam menurunkan konsentrasi BOD, COD, dan TSS.⁶ Untuk Amoniak dan pH baik sebelum dan sesudah diolah memiliki konsentrasi yang tidak melewati baku mutu.

3. Hasil Analisis *One Way Anova*

Tabel 3. Rata-Rata Penurunan Konsentrasi Parameter oleh Masing-Masing Tanaman

Dimensi	Mean Rank			p-value
Jenis Tanaman	Bambu Air	<i>Cattail</i>	Eceng Gondok	
	20,5	161,1	91,1	0,368

Berdasarkan tabel 3, diketahui bahwa rata-rata penurunan konsentrasi parameter tertinggi adalah oleh tanaman *Cattail* yaitu sebesar 161,1 sedangkan tanaman bambu air memiliki rata-rata penurunan konsentrasi parameter paling rendah yaitu sebesar 20,5. Nilai p-value sebesar 0,368 > 0,05 yang berarti tidak ada perbedaan signifikan rata-rata penurunan konsentrasi parameter antara ketiga tanaman.

Pembahasan

Secara fisik, air limbah *grey water* yang belum diolah dan sesudah diolah sangat jelas perbedaannya. *Grey water* yang belum terolah terlihat keruh, berpasir dan bercampur tanah, berminyak dan juga bau. Sementara itu, *grey water* setelah diolah melalui *ecotech garden* terlihat jauh lebih jernih karena tidak lagi terdapat endapan berupa pasir atau tanah, air tidak terlihat berminyak dan bau tidak lagi menyengat. Hal ini terjadi dikarenakan *grey water* telah dialirkan ke dalam saluran *ecotech garden* yang berisi tanaman-tanaman hias air. *Grey water* sebelum diolah akan mengalir melewati tanaman di dalam saluran dan secara alami telah terjadi proses penarikan dan pelekatan zat kontaminan oleh akar tanaman, proses penguraian zat kontaminan baik oleh akar maupun bagian tubuh tanaman yang lain seperti daun dan batang hingga proses menarik dan transpirasi zat kontaminan menjadi bentuk yang telah terurai dan diuapkan ke atmosfer sebagai bahan yang tidak berbahaya lagi. Proses-proses ini membuat *grey water* yang keluar ke dalam outlet menjadi lebih jernih dan tidak berbau.

1. Pengolahan *Grey Water* Memanfaatkan Tanaman Bambu Air

Akar tanaman bambu air berupa akar serabut dan cukup padat yang mana mampu menahan laju *grey water* di dalam *Ecotech Garden* sehingga dapat terjadi proses pengendapan lumpur dan bahan organik lain yang terkandung dalam *grey water* sebelum masuk ke *outlet*. Berdasarkan standar efektivitas yang digunakan tanaman bambu air belum efektif dalam mengolah BOD dan COD karena dengan nilai 21% untuk BOD dan 8% untuk COD masih berada di bawah standar yaitu 80-95%.⁶ Sementara, untuk parameter TSS berdasarkan standar yang ditetapkan yaitu 10-25%, bambu air dikategorikan sangat efektif untuk mengolah TSS dengan hasil perhitungan sebesar 97%.

2. Pengolahan *Grey Water* Memanfaatkan Tanaman *Cattail*

Tanaman *cattail* merupakan tanaman yang berkelompok. Akar tanaman ini berukuran panjang dan ramping dan dalam satu akar memiliki 5-7 batang tanaman. Ukuran batang tanaman serta akar yang besar membuat laju *grey water* yang masuk menjadi lebih lambat, air tinggal lebih lama dan memberi kesempatan pada tanaman ini untuk melakukan pengolahan pada *grey water*. Nilai perhitungan efektivitas juga menunjukkan bahwa tanaman ini sangat efektif dengan nilai efektivitas sebesar 99% dalam menurunkan kadar COD dan BOD serta 88% menurunkan TSS. Berdasarkan penentuan standar efektivitas, *Cattail* sangat efektif dalam menurunkan konsentrasi parameter BOD dan COD karena melebihi standar yang ditetapkan yaitu 80-95% dan 10-25% untuk TSS.⁶

3. Pengolahan *Grey Water* Memanfaatkan Tanaman Eceng Gondok

Sebagai gulma perairan, eceng gondok mampu beradaptasi terhadap perubahan lingkungan dan dapat berkembang biak secara cepat. Cepatnya eceng gondok mengalami pertumbuhan ini dapat diartikan bahwa eceng gondok melakukan penyerapan nutria dari limbah *grey water* dengan baik. Sistem perakaran eceng gondok yang berupa serabut halus juga mempengaruhi lamanya *grey water* tertahan di saluran dan *grey water* yang masuk ke dalam saluran dapat bertahan cukup lama untuk kemudian dapat diproses oleh eceng gondok dan mikroorganisme yang ada di dalam saluran. Hasil dari laboratorium dan perhitungan efektivitas menunjukkan bahwa tanaman ini efektif dalam menurunkan konsentrasi dari parameter yang ada dengan nilai efektivitas tertingginya ialah dalam menurunkan konsentrasi COD sebesar 97%. Dilihat dari standar efektivitas, 80-95% adalah standar nilai penurunan yang harus dicapai untuk dikatakan efektif pada BOD dan COD, dan 10-25% untuk TSS untuk dikatakan efektif. Sehingga dapat dikatakan tanaman Eceng Gondok sangat efektif dalam menurunkan konsentrasi parameter BOD, COD dan TSS. Secara keseluruhan, nilai efektivitas masing-masing parameter dari tiap tanaman yang digunakan, tanaman eceng gondok selalu mendapat nilai efektivitas di atas 80% kecuali untuk *pH*. *Cattail* juga memiliki nilai efektivitas yang

paling tinggi yaitu menurunkan konsentrasi parameter BOD dan COD sebesar 99% sementara tanaman bambu air sangat baik dalam menurunkan konsentrasi parameter TSS yaitu sebesar 97%.

Hasil penelitian ini menguatkan temuan beberapa penelitian sebelumnya yang juga menggunakan sistem *constructed wetland* yaitu seperti pada penelitian yang dilakukan pada tahun 2014, penurunan konsentrasi zat pencemar yang diteliti seperti TSS memiliki nilai efektivitas lebih dari 70%, BOD₅ lebih dari 85%, COD lebih dari 86%, NH₃ lebih dari 76% dan Sulfida (H₂S) lebih dari 94%.⁷ Hasil penelitian lainnya tentang pemanfaatan *constructed wetland* menunjukkan persentase penyisihan antara 95,47%-99,89%.⁸ Pada penelitian lain yang dilakukan tahun 2017 yang meneliti efektivitas *constructed wetland*, didapati hasil penurunan COD sebesar 72,69% dan pada BOD sebesar 75,69%.⁹ Penelitian lainnya juga mendapati hasil persentase penurunan maksimal konsentrasi BOD dan COD sebesar 86,19% dan 73,69%.¹⁰ Hasil penelitian ini menguatkan temuan penelitian yang dilakukan di tahun 2016 yang menerapkan *ecotech garden* untuk mengolah limbah rumah tangga yang menyatakan bahwa *ecotech garden* ini memberikan efek yang sangat besar dalam menurunkan kandungan bahan pencemar dan dapat meningkatkan kualitas air setelah pengolahan. Air hasil pengolahan dapat digunakan kembali untuk mengairi kolam ikan karena zat pencemarnya sudah menurun.¹¹

Adanya lapisan *impermeable* pada alas saluran juga membantu agar *grey water* tidak merembes keluar dari saluran. Meski lapisan *impermeable* pada saluran *ecotech garden* ini hanya mampu menahan air selama 1 hari namun dengan kepadatan dan kerapatan antar tanaman juga membantu menahan air berada di dalam saluran lebih lama. Meski penurunan kadar pencemar memiliki nilai yang berbeda antara satu parameter dengan yang lain, namun pada umumnya persentase penurunan kadar pencemar dalam penelitian ini berada pada tingkat yang aman untuk digunakan kembali ataupun dialirkan kembali ke lingkungan.

Dalam penelitian ini ditemukan bahwa penggunaan sistem *ecotech garden* perlu disertai dengan kegiatan perawatan baik pada tanaman dan juga pada sistem khususnya pada bagian *inlet* karena dapat terjadi penyumbatan di bagian awal saluran oleh padatan yang ikut terbawa dalam *grey water*. Keterbatasan penelitian ini adalah hasil pengujian yang didapat tidak bisa mewakili keseluruhan Kota Kupang namun sedianya hasil penelitian ini dapat menjadi pertimbangan dan menjadi bukti bahwa pengolahan *grey water* dapat dilakukan oleh rumah tangga dan juga pengolahan limbah menjadi penting karena dapat membuat limbah *grey water* menjadi lebih aman sebelum dibuang ke lingkungan. Hasil dari penelitian ini juga semakin membuktikan bahwa pengolahan air limbah domestik merupakan hal yang penting dilakukan karena *grey water* dapat mengandung kadar tinggi surfaktan, minyak, boron dan garam, yang dapat mengubah karakteristik tanah, kerusakan vegetasi dan mencemari air tanah.¹²

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis uji statistik dan standar efektivitas, saluran *ecotech garden* sangat efektif menurunkan konsentrasi BOD, COD dan TSS bila memanfaatkan tanaman *Cattail* dan Eceng gondok, sementara tanaman bambu air sangat efektif hanya untuk menurunkan konsentrasi TSS saja. Untuk parameter Amoniak (NH₃) dan pH, ketiga tanaman dapat dipakai karena dilihat dari konsentrasi sebelum dan sesudah terolah, kedua parameter ini tidak melewati baku mutu. *Grey water* sebelum terolah sangat keruh dengan konsentrasi parameter melewati baku mutu namun setelah diolah oleh tiga tanaman, kualitas air meningkat, konsentrasi parameter berada di bawah baku mutu dan tampilan fisik air menjadi lebih jernih.

Daftar Pustaka

1. Badan Pusat Statistik Kota Kupang. Kota Kupang dalam Angka 2020 [Internet]. Kota Kupang: Badan Pusat Statistik Kota Kupang; 2020. Available from: <https://kupangkota.bps.go.id/publication/2020/04/27/2b60e73717878272a9433335/kota-kupang-dalam-angka-2020.html>
2. Ruslisan, Zahira FS, Dharmasanti R. Prediksi Perubahan Penggunaan Lahan Terbangun Terhadap Kesesuaian Rancangan Tata Ruang Wilayah Menggunakan Regresi Logistic Binner Berdasar Data Spasial dan Penginderaan Jauh di Kota Semarang. In: Conference on Urban Studies and Development (CoUSD) [Internet]. Semarang: E-Journal Undip; 2015. p. 51–67. Available from: <http://eprints.undip.ac.id/49783/>
3. Karels DW. Model Spasial dan Faktor Pengontrol Akuifer Airtanah Dangkal Untuk Penentuan Zona Konservasi Airtanah di Kelurahan Oebufu Kota Kupang. J Tek Pengair [Internet]. 2014;5(2):166–71. Available from: <https://jurnalpengairan.ub.ac.id/index.php/jtp/article/view/216>
4. Rintayati P. Melestarikan Lingkungan Dengan Ecotech Garden. Surakarta: UNS Press; 2017.
5. Qomariyah S, Koosdaryani, Fitriani RDK. Perencanaan Bangunan Pengolahan Grey Water Rumah Tangga dengan Lahan Basah Buatan dan Proses Pengolahannya. e-Journal Matriks Tek Sipil [Internet]. 2016;4(3):939–45. Available from: <https://jurnal.uns.ac.id/matriks/article/view/37103>
6. Jannah MN. Evaluasi Kinerja dan Review Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Non Toksik Rumah Sakit X [Internet]. Institut Teknologi Sepuluh Nopember Repository. Institut Teknologi Sepuluh Nopember; 2015. Available from: <https://repository.its.ac.id/71912/>
7. Abdulgani H, Izzati M, S S. Kemampuan Tumbuhan Typha Angustifolia dalam Sistem Subsurface Flow Constructed Wetland untuk Pengolahan Limbah Cair Industri Kerupuk (Studi Kasus Limbah Cair Sentra Industri Kerupuk Desa Kenanga Kecamatan Sindang Kabupaten Indramayu Jawa Barat). BiomaBerkala Ilm Biol [Internet]. 2014;16(2):90–101. Available from: <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/bioma/article/view/9393>
8. Qomariyah SY. Lahan Basah Buatan Sebagai Pengolah Limbah Cair Dan Penyedia Air Non-Konsumsi. J Ris Rekayasa Sipil [Internet]. 2017;1(1):25–32. Available from: <https://jurnal.uns.ac.id/jrrs/article/view/14712>
9. Erwin EP, Joko T, Lanang D. H. Efektifitas Constructed Wetlands Tipe Subsurface Flow System dengan Menggunakan Tanaman Cyperus rotundus untuk Menurunkan Kadar Fosfat dan COD pada Limbah Cair Laundry. J Kesehat Masy [Internet]. 2017;5(1):444–9. Available from: <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jkm/article/view/15794#>
10. Margowati D, Abdullah S. Efisiensi Fitoremediasi Tanaman Bambu Air (Equisetum hyemale) dalam Menurunkan Kadar BOD dan COD Air Limbah Rumah Tangga di Desa Kracak Kecamatan Jibarang Kabupaten Banyumas Tahun 2016. Keslingmas [Internet]. 2016;35(4):316–21. Available from: <http://ejournal.poltekkes-smg.ac.id/ojs/index.php/keslingmas/article/view/1679>
11. Tarru RO. Penerapan Metode Ecotech Garden pada Pengolahan Limbah Rumah Tangga Toraja Home Land-Toraja Utara. Dyn Saint [Internet]. 2016;2(1). Available from: <http://journals.ukitoraja.ac.id/index.php/dynamicsaint/article/view/311>
12. Firdayati M, Indiyani A, Prihandrijanti M, Otterpohl R. Greywater in Indonesia: Characteristic and Treatment Systems. J Tek Lingkung [Internet]. 2015;21(2):98–114. Available from: <http://journals.itb.ac.id/index.php/jtl/article/view/8985>