
PENGOLAHAN LIMBAH CAIR DOMESTIK DENGAN TANAMAN ECENG GONDOK UNTUK MENGHASILKAN AIR BERSIH

Anita Rahmawati^{1,*}

¹Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Malang

*Email Korespondensi: anita.rahmawati@unisma.ac.id

Submitted : 13 Maret 2020; *Revision* : 10 Juni 2023; *Accepted* : 31 Agustus 2023

ABSTRAK

*Limbah cair domestik merupakan salah satu permasalahan lingkungan yang perlu diatasi dengan proses pengolahan sehingga air bersihnya dapat dimanfaatkan kembali. Tujuan dari penelitian ini adalah mendapatkan efluen yang memenuhi persyaratan baku mutu air yang layak untuk digunakan kembali. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan Fitoremediasi, dimana sampel limbah cair dimasukkan kedalam wadah sebagai reaktor. Reaktor dibiarkan terbuka dan dilengkapi dengan aerator. Setelah itu limbah cair yang keluar (effluent) dari reaktor dialirkan menuju alat filtrasi dan tempat penampungan diberi tanaman eceng gondok (*Eichhornia Crassipes*) dengan tujuan untuk mengetahui daya serap eceng gondok terhadap COD dan logam berat Cu dan Cr. Penelitian ini dilakukan dengan membiarkan kurang lebih 700 gram eceng gondok tumbuh dalam 5 liter sampel limbah cair Laboratorium Teknik Universitas Islam Malang selama 14 hari. COD dan kandungan logam berat Cu dan Cr dalam limbah diukur setiap hari selama perlakuan. Hasil penelitian menunjukkan terjadinya penurunan COD, kandungan logam berat Cu dan Cr, yang diduga akibat adanya aktivitas biologi yang mengoksidasi senyawa organik maupun anorganik yang terkandung dalam air limbah.*

Kata kunci: Air Bersih, Eceng Gondok, Limbah Cair Domestik

ABSTRACT

*Greywater is one of the environmental problems that need to be addressed by the treatment process so that clean water can be reused. The purpose of this study is to obtain effluents that meet the water quality standards and are suitable for reuse. The method used in this research is to use phytoremediation, where the liquid waste sample is put into a container as a reactor. The reactor is left open and equipped with an aerator. After that the effluent from the reactor is flowed to the filtration device and the shelter is given a water hyacinth plant (*Eichhornia Crassipes*) to determine the absorption of water hyacinth to COD and heavy metals Cu and Cr. This research was conducted by allowing approximately 700 grams of water hyacinth to grow in 5 liters of liquid waste samples from the Laboratory of Islamic University of Malang for 14 days. COD and Cu and Cr heavy metal content in the waste were measured every day during the treatment.*

Keywords: Clean Water, Eceng Gondok, Greywater

PENDAHULUAN

Seiring meningkatnya pertumbuhan penduduk yang semakin cepat, maka setiap aktivitas yang dilakukan oleh manusia pasti menghasilkan limbah, baik itu limbah yang dapat terurai seperti sisa makanan, maupun limbah yang tidak dapat terurai yaitu bekas kaleng, kaca, dan sebagainya. Adapun limbah yang dihasilkan dalam rumah tangga juga

perlu diperhatikan karena jika tidak dapat mempengaruhi kualitas lingkungan. Pengolahan limbah yang tidak sesuai dapat menyebabkan berbagai dampak negatif dari sektor lingkungan seperti tercemarnya sungai disekitar yang dapat menimbulkan kematian ikan dan biota laut didalamnya, pemenuhan kebutuhan air yang dikonsumsi menjadi tidak layak, dan lain sebagainya. (Jannah, 2020). Meningkatnya aktivitas manusia, perubahan tata guna lahan dan semakin beragamnya pola hidup masyarakat perkotaan yang menghasilkan limbah domestik menjadikan bahan pencemar yang semakin besar dari waktu ke waktu. Bahan pencemar tersebut dapat berupa pencemar kimiawi yang berasal dari zat-zat kimia, pencemar fisik yang merupakan zat cair, padat, atau gas, pencemar biologis dari berbagai macam mikroorganisme penyebab penyakit, dan pencemar sosial dari perilaku yang tidak sesuai dengan norma sosial. Akibat dari pembuangan limbah yang tidak terkendali dari aktivitas pembangunan menyebabkan penurunan kualitas perairan (Rarasari dkk., 2018).

Pencemaran limbah cair merupakan perubahan fisik air baik secara langsung maupun tidak langsung yang sifatnya berbahaya atau berpotensi menyebabkan penyakit atau gangguan bagi keberlangsungan kehidupan makhluk hidup. Perubahan langsung dan tidak langsung ini ditunjukkan dengan perubahan fisik, kimia, biologi atau radioaktif. Sedangkan kualitas air termasuk salah satu faktor yang menentukan kesejahteraan manusia. Secara umum, penyebab pencemaran air berdasarkan sumbernya dapat dikategorikan sebagai sumber kontaminasi langsung dan tidak langsung (Rahmawati & Warsito, 2020).

Air Limbah domestik yang merupakan air buangan rumah tangga yang dibuang ke badan air dapat berpotensi menjadi salah satu sumber air baku untuk air bersih. Pengolahan ulang air limbah domestik dimaksudkan supaya dapat dimanfaatkan menjadi air bersih yang memenuhi baku mutu air limbah domestik No. 68 Tahun 2016 (Filliazati, 2013).

Untuk mengatasi masalah yang lebih kompleks maka mulai dikembangkannya ilmu pengetahuan dan teknologi untuk penanganan limbah cair secara saniter. Hal ini berarti penanganan limbah cair dilakukan dengan teknik dan prosedur yang sesuai dengan kaidah-kaidah ilmu sanitasi dan kesehatan lingkungan (Oleh & Fardiyani, t.t.).

Berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 112 Tahun 2003, air limbah domestik terdiri dari parameter BOD, TSS, pH, minyak dan lemak yang apabila keseluruhan parameter tersebut dibuang secara langsung ke badan penerima, maka akan mengakibatkan pencemaran air. Oleh karena itu sebelum dibuang ke badan penerima air, terlebih dahulu harus diolah sehingga dapat memenuhi standar baku mutu air. Salah satu upaya mengolah limbah cair domestik yaitu dengan cara sederhana menggunakan tanaman eceng gondok sebagai media penyerap polutan. Perubahan kandungan COD, TSS limbah cair rumah domestik mengalami pengurangan setelah melalui proses pengolahan secara aerobik selama 14 hari yang dilanjutkan dengan filtrasi, dimana kandungan COD awal limbah adalah 256 mg/L dan setelah diolah adalah 20 mg/L., TSS awal limbah adalah 370 mg/L dan setelah diolah adalah 2 mg/L.

METODE

Pengujian pH Limbah Cair Domestik

Pada pengujian kualitas limbah cair domestik ini menggunakan cara sederhana yaitu dengan lakmus sampai pH limbah cair domestik mendekati 7, dalam artian air tersebut layak untuk digunakan kembali seperti untuk mengairi tanaman.

Rumus Perhitungan COD (*Chemical Oxygen Demand*)

COD merupakan jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh bahan oksidan, misalnya kalium dikromat $K_2Cr_2O_7$, untuk mengoksidasi bahan-bahan organik yang terdapat dalam air. Perhitungan COD diperlukan sebab untuk mengetahui jumlah bahan organik. Rumus yang digunakan untuk menghitung kadar COD adalah sebagai berikut:

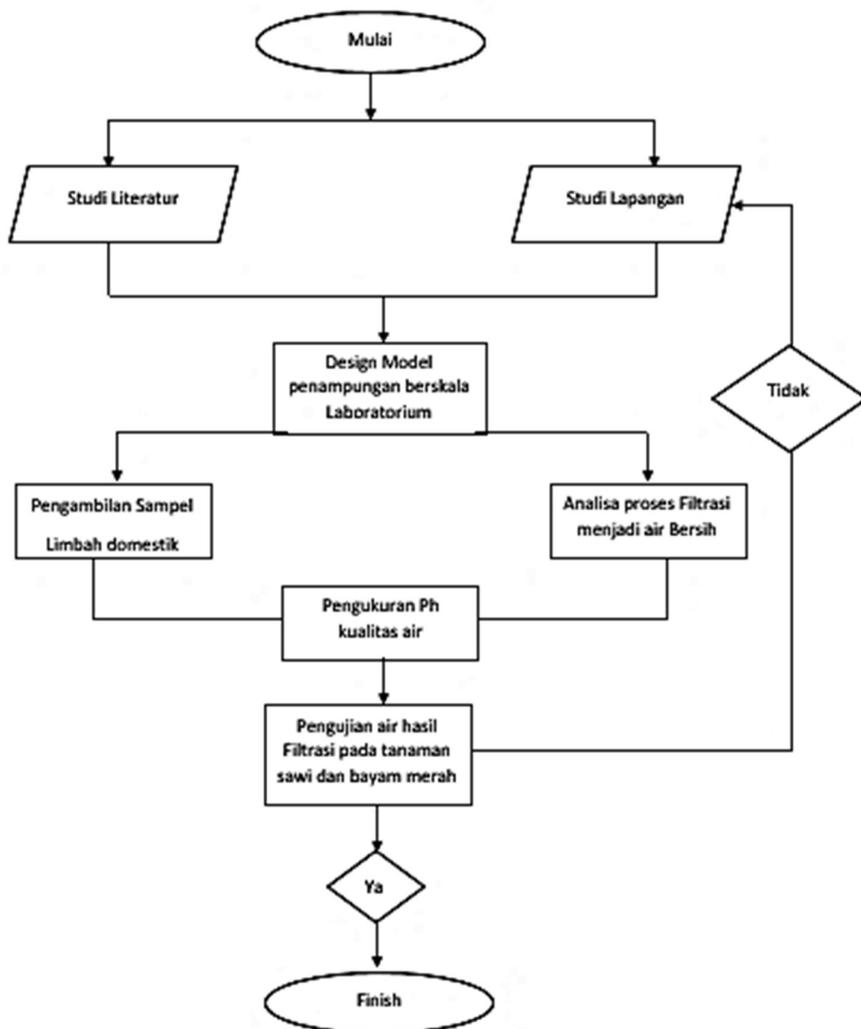
$$\text{COD (mg/L)} = \frac{(A-B)N FAS \times P}{V \text{ sampel}} \times 1000 \quad (1)$$

Rumus Perhitungan BOD (*Biological Oxygen Demand*)

BOD (*Biological Oxygen Demand*) merupakan jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh *makrozoobentos aerobik* di dalam air lingkungan untuk memecah (mendegradasi) bahan buangan organik yang ada di dalam air lingkungan tersebut. Rumus yang digunakan untuk menghitung kadar BOD adalah sebagai berikut:

$$\text{BOD (mg/L)} = \frac{A \times N \times FAS \times 8000}{V-4} \quad (2)$$

Diagram Alir



Gambar 1. Diagram Alir Kegiatan Pengolahan Air Limbah

HASIL DAN PEMBAHASAN

Alat yang digunakan

- Pipa PVC ukuran 1/2
- 20 botol aqua ukuran 1500 ml
- Drum berukuran 30 L untuk menampung limbah cair domestik
- Indikator pH Universal untuk menguji kualitas pH air

Bahan yang digunakan

- Media pasir, kerikil dan koral putih diletakkan pada tong yang satu setinggi 30cm, tong kedua setinggi 40cm dan tong ke tiga setinggi 10cm
- Tanaman apu – apu (*Pistia stratiotes*) dan tanaman eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) sebagai media tanaman penyerap polutan limbah cair domestik
- Sampel limbah rumah tangga
- 2 lembar kain bekas
- Sabut kelapa

Persiapan media proses penelitian ini sebagai berikut :

- Menyiapkan Rak kayu untuk menempatkan tong pengolahan limbah cair domestik setinggi 60cm untuk penempatan tong yang pertama, sedangkan yang tong yang kedua setinggi 45cm, tong ketiga 30cm dan tong keempat dan kelima setinggi 25cm, dengan posisi bertingkat.
- Tong pertama hanya sebagai penampung limbah cair domestik sebelum memasuki proses filtrasi limbah cair.
- Dasar tong yang kedua berisi material seperti pasir, koral putih, kain bekas, serabut kelapa dan kerikil diurutkan paling atas. Tong yang kedua berisi material pasir halus dilapisi kain bekas yang akan menahan pasir agar tidak keatas, kemudian ditambahkan spons agar memaksimalkan penyaringan atau proses filtrasi limbah cair domestik.
- Menyediakan tanaman yang mampu menyerap polutan yang terdapat pada limbah cair domestik yaitu tanaman eceng gondok sebagai media perbandingan dari eksperimen penelitian.
- Mengisi penuh tong dengan sampel limbah, yang telah siap untuk dipakai untuk proses filtrasi dan pengolahan limbah cair domestik.
- Proses mediasi menggunakan tanaman dilakukan selama 25 hari atau sampai air benar – benar layak atau aman untuk digunakan sebagai kebutuhan air irigasi.

Berdasarkan hasil perhitungan kadar pH, COD dan BOD yang terkandung pada limbah cair domestik setelah pengujian laboratorium selama 14 hari pH sebelum pengolahan 9 dimana batas pH aman untuk kebutuhan tanaman irigasi ialah 6 – 8. Dimana pada kadar pH 9 kondisi air tidak layak untuk kebutuhan tanaman irigasi karena bersifat basa, pH air yang bersifat basa tidak bisa digunakan untuk kebutuhan tanaman irigasi. dikarenakan aktifitas masyarakat setempat menggunakan detergen untuk mencuci. Dimana detergen tersebut mampu mengubah pH air menjadi basa. sedangkan kadar awal adalah COD 296,45 mg/L dimana kadar awal melebihi ketentuan batas mutu baku air limbah cair domestik. Dan kadar awal BOD 14,813 mg/L sudah memenuhi ketentuan mutu baku air limbah cair domestik peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Indonesia No. P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016.

Kondisi setelah pengolahan limbah cair domestik.

a) Setelah pengolahan

$$\bullet \text{ COD (mg/L)} = \frac{(A-B)N \text{ FAS} \times P}{V \text{ sampel}} \times 1000$$

Keterangan :

- A = ml nitran sampel
B = ml titrasi sampel
Vs = volume sampel
N Fas = Normalitas FAS
P = Pengenceran

$$\text{COD (mg/L)} = \frac{(2,50-2,35) \times 28 \times 0,0385}{2} \times 1000$$

$$= 80,85 \text{ mg/L}$$

b) Oksigen terlarut setelah pengolahan.

$$\begin{aligned} \text{DO (mg/L)} &= \frac{4,9 \times 0,0874 \times 8000}{240-4} \\ &= 14,517 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

c) Blanko pengolahan Limbah cair domestik

$$\begin{aligned} \text{OT (mg/L)} &= \frac{5,5 \times 0,0874 \times 8000}{240-4} \\ &= 16,8294 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

d) BOD Setelah pengolahan

Diketahui :

$$A = 3,25 \text{ ml}$$

$$N = 0,874 \text{ ml}$$

$$V = 240 \text{ ml}$$

$$\begin{aligned} \text{OT (mg/L)} &= \frac{A \times N \times 8000}{V-4} \\ \text{OT (mg/L)} &= \frac{3,25 \times 0,874 \times 8000}{240-4} \\ &= 9,628 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

Blanko

$$\begin{aligned} \text{OT (mg/L)} &= \frac{5,0 \times 0,0874 \times 8000}{240-4} \\ &= 14,813 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan kadar COD, BOD dan pH yang terkandung pada limbah cair domestik setelah pengolahan selama 14 hari hasil akhir adalah COD 80,85 mg/L telah memenuhi ketentuan mutu baku air limbah cair domestik. Untuk hasil akhir BOD 9,628 mg/L sudah memenuhi ketentuan mutu baku air limbah cair domestik. mutu baku air limbah cair domestik peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Indonesia No. P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016.

Pengolahan limbah metode ini mengandalkan kinerja tanaman eceng goncok dan mikroba yang bekerja secara alamiah, tidak membutuhkan sistem pengoperasian yang rumit sehingga menekan biaya operasionalnya. Keunggulan lain dari sistem ini adalah relative tahan dengan debit limbah yang bervariasi, sehingga cocok untuk pengolahan air limbah di kawasan *Green Tombro*.

Dengan kondisi pH limbah yang relatif netral, yaitu 7 akan menunjang proses pengolahan dengan mikroorganisme, karena tidak perlu melakukan proses netralisasi guna memperoleh kondisi pH ideal untuk pertumbuhan mikroorganisme, sehingga menekan biaya operasionalnya. Pada kondisi pH yang netral sudah dapat kita manfaatkan untuk kebutuhan tanaman irigasi.

Perhitungan Debit Air Kotor

1. Debit rata-rata air buangan (Q_{abr})

Keterangan :

Q_{abr} = Debit rata-rata air buangan (L/Detik)

Fab = Faktor timbulan air buangan (faktor air buangan berkisar antara 50-80% menurut metcalf and eddy, 1991)

Q_d = Besarnya kebutuhan rata-rata air bersih (L/detik)

$$\begin{aligned} Q_{abr} &= fab \times Q_d \\ &= 0,80 \times 20,40 \\ &= 16,32 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

2. Debit hari max (Q_{md})

Keterangan :

Q_{md} = debit hari maksimum (l/dt)

F_p = faktor debit hari maksimum (faktor air buangan berkisar antara 1,1 -1,25 menurut moduto,2000)

Q_{abr} = debit air buangan rata-rata (l/dt)

Q_{md} = $f_p \times Q_{abr}$
= $1,1 \times 20,40$
= $22,44 \text{ m}^3/\text{hari}$

3. Debit desain (Q_{desain})

Keterangan :

Q_{peak} = debit puncak (l/dt)

Q_{inf} = debit infiltrasi saluran (l/dt.km)

Q_{desain} = $Q_{pck} + Q_{inf}$
= $26,52 + 4,08$
= $30,6 \text{ m}^3/\text{hari} = 1,275 \text{ m}^3/\text{jam}$
= $0,0212 \text{ m}^3/\text{menit}$

Perencanaan Model Pengolahan Limbah cair domestic

Dari hasil hitungan debit desain rencana adalah $30,6 \text{ m}^3/\text{hari}$. Rencana volume pada tampungan pertama yaitu $10,2 \text{ m}^3$ Berarti, volume air yang sebenarnya akan tertampung dalam kolam penampungan berkapasitas 10020 liter adalah 9970 liter. Dan hasil yang proses mediasi penyerap polutan dengan tanaman yaitu hasil volume diperoleh $1,40 \text{ m}^3$ dimana dapat menampung limbah berkisar 14000 liter limbah. Berarti, volume air yang sebenarnya akan tertampung dalam kolam penampungan berkapasitas 1350 liter limbah cair. Proses fotoremediasi atau penyerapan polutan dalam kolam penampungan dapat menggunakan tanaman eceng gondok sebanyak 120 tanaman atau sampai kolam benar-benar penuh kolam kolam kedua. Kemudian Volume hasil akhir pengolahan limbah cair domestik adalah 690 m^3 . dimana dapat menampung limbah berkisar 6900 liter limbah. Berarti, volume air yang sebenarnya akan tertampung dalam kolam penampungan berkapasitas 6850 liter. Hasil akhir dari proses pengolahan inilah nantinya bisa dimanfaatkan sebagai kebutuhan air untuk tanaman irigasi atau sebagai kebutuhan air siraman taman dikawasan perumahan Green Tombro. Hasil perhitungan kebutuhan debit air kotor untuk 34 unit rumah adalah $1,275 \text{ m}^3/\text{jam}$.

DAMPAK DAN MANFAAT

Dampak dan manfaat yang ditimbulkan dari hasil penelitian ini adalah air limbah domestik yang sudah diolah dapat dimanfaatkan kembali sebagai penyiraman tanaman, dan lain sebagainya.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut: (1) Diperoleh hasil perhitungan menurunkan kandungan Dan hasil akhir kadar adalah COD $80,85 \text{ mg/L}$. sudah memenuhi ketentuan mutu baku air limbah cair domestik. Dan hasil akhir BOD $9,628 \text{ mg/L}$ sudah memenuhi ketentuan mutu baku air limbah cair domestik. Sudah layak untuk dimanfaatkan kembali khususnya eksperimen pada tanaman irigasi dan kebutuhan air. (2) Dari hasil percobaan eksperimen pada tanaman Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) mampu mengurangi dan menyerap polutan atau flok-flok yang terkandung pada limbah cair domestik. Dimana kadar kandungan awal adalah COD $296,45 \text{ mg/L}$ dimana kadar awal melebihi ketentuan batas mutu baku air limbah cair domestik. Dan

kadar awal BOD 14,813 mg/L sudah memenuhi ketentuan mutu baku air limbah cair domestik peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Indonesia No. P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016. (3) Dari hasil hitungan debit desain rencana Model adalah 76,1593 m³/hari. Rencana volume pada tampungan pertama yaitu 25,088 m³. Berarti, volume air yang sebenarnya akan tertampung dalam kolam penampungan berkapasitas 25088 liter adalah 25038 liter. Dan hasil yang proses mediasi penyerap polutan dengan tanaman yaitu hasil volume diperoleh 36,9 m³ dimana dapat menampung limbah berkisar 36900 liter limbah. Berarti, volume air yang sebenarnya akan tertampung dalam kolam penampungan berkapasitas 36850 liter limbah cair. Proses fotoremediasi atau penyerapan polutan dalam kolam penampungan dapat menggunakan tanaman eceng gondok sebanyak 250 tanaman atau sampai kolam benar-benar penuh kolam kedua. Kemudian Volume hasil akhir pengolahan limbah cair domestik adalah 14,121 m³. dimana dapat menampung limbah berkisar 14121 liter limbah. Berarti, volume air yang sebenarnya akan tertampung dalam kolam penampungan berkapasitas 14071 liter.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada laboratorium *enviro-hydro* Fakultas Teknik, Universitas Islam Malang yang telah memfasilitasi dalam penelitian ini hingga selesai.

REFERENSI

- Allen, K, dan Nura A. D. 2014. Perencanaan Sistem penyaluran Air Limbah Domestik Kota Bogor Menggunakan Air Hujan Unruk debit Pengelontoran. *Jurnal Manusia dan Lingkungan* vol.22 No.1 (Institut Pertanian Bogor) IPB, Bogor.
- Asdak. C., 2010. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Gadjah Mada University Press.Erickson.
- Filliazati, M. 2013. Pengolahan Limbah Cair Domestik Dengan Biofilter Aerob Menggunakan Media Bioball Dan Tanaman Kiambang. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 1(1). <https://doi.org/10.26418/jtlb.v1i1.4028>
- Gutterer, B. 2009. *Decentralised Wastewater Treatment Systems (DEWATS) And Sanitation In Developing Countries: a Practical Guide*. BORDA.
- Metcalf dan Eddy, 1991. *Wastewater Engineering: Treatment, Disposal and Reuse*, McGrawHill, New York
- MPMSAA. 2008. *Urban Greywater Design and Installation Handbook*. Australian Government.
- Mubin, F., Binilang, A., & Halim, F. 2016. *Perencanaan Sistem Pengolahan Air Limbah Domestik Di Kelurahan Istiqlal Kota Manado*. 13.
- Ni'Am, M. K., Eko, N., Bambang, S. 2017. *Prodi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang*. 12.
- Nusa I.S. Petrus N.R., Arie H. 2006. *Alat Pengolah Air Limbah Rumah Tangga Semi Komunal*. www.kalair.bppt.go.id/Sitpa/Artikel/Limbahrt/limbahrt.html.
- Putra, I.D., Eko, N., Anita, R., (t.t.) *Studi Alternatif Pengolahan Air Limbah Domestik Di Desa Gayam Kab Sumenep.docx*.
- Rahmawati, A., & -, W. 2020. Pengolahan Limbah Cair Domestik dengan Tanaman Eceng Gondok (*Eichornia Crassipes*) untuk Menghasilkan Air Bersih di Perumahan Green Tombro Kota Malang. *Jurnal Rekayasa Hijau*, 4(1), 1–8. <https://doi.org/10.26760/jrh.v4i1.1-8>
- Rarasari, D. M. G., Restu, I. W., & Ernawati, N. M. 2018. Efektivitas Pengolahan Limbah Domestik di Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Suwung-Denpasar, Bali. *Journal of Marine and Aquatic Sciences*, 5(2), 153. <https://doi.org/10.24843/jmas.2019.v05.i02.p01>

-
- Sasongko, L. A. (t.t.). *Studi Kasus Kelurahan Sampangan dan Bendan Ngisor Kecamatan Gajah Mungkur Kota Semarang*. 137.
- Tchobanoglous, G., Burton, F. L., Stensel, H. D., & Metcalf & Eddy (Ed.). 2003. *Wastewater Engineering: Treatment and reuse* (4th ed). McGraw-Hill.
- Tilley, et. al., 2014 *Compendium of Sanitation Systems and Technologies 2nd Revised Edition.pdf*. (t.t.).
- Walski, T. M., Barnard, T. E., Harold, E., Merritt, L. B., Walker, N., Whitman, B. E., & Haestad Methods, I. 2007. *Wastewater Collection System Modeling And Design*. Bentley Institute Press. <http://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpWCSMD002/wastewater-collection-system>
- Yudo, S. 2011. Perencanaan Instalasi Pengolahan Limbah Domestik Di Rumah Susun Karang Anyar Jakarta. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 9(1). <https://doi.org/10.29122/jtl.v9i1.441>
- Zhe Li, Fergal B., Anthony R. 2010. Rainwater Harvesting and Greywater Treatment System for Domestic Application in Ireland. *Desalination*, 260: 1-8. Elsevier.