

penyaluran limbah cair di pekarangan di Desa Guntarano. 4) Melakukan pemotretan letak atau posisi rumah tinggal tentang distribusi sistem penyaluran limbah cair eksisting. 5) Membuat rencana yang meliputi desain sistem penyaluran limbah cair sistem gravitasi di lokasi sistem komunal dan menghitung besarnya diameter pipa dan perlengkapannya. 6) Menentukan jumlah kebutuhan bahan pipa dan panjang pipa serta perlengkapan persiapan serta bahan media pasir yang akan digunakan sesuai desain lapangan. 7) Membuat kesepakatan dengan masyarakat dan tokoh masyarakat untuk menentukan waktu dan tenaga untuk pembangunan sistem desain dalam rencana teknis persiapan gravitasi. 8) Melakukan pembangunan apikasi sarana penyaluran air limbah dan unit pengolahan limbah model lahan basah buatan. 9) Membuat evaluasi setiap perkembangan rencana teknis dan evaluasi akhir program semua komponen kegiatan pendampingan (kekurangan, peluang dan hambatan) selama melaksanakan kegiatan PkM.

Waktu dan Tempat Kegiatan. Waktu dilaksanakan PkM dari awal dirancang dari bulan Juli s/d September 2023. Sedangkan lokasi kegiatan di desa Guntarano kecamatan Tanantovea kabupaten Donggala.

Keterkaitan. Program pendampingan aplikasi TTG Penyaluran dan Pengolahan Limbah Cair Menggunakan Peran *T.angustifolia* skala komunal Desa Guntarano Kec.Tanantovea Kab. Donggala akan memberikan manfaat praktis untuk masyarakat desa dalam hal pengurangan bahan-bahan pencemar limbah cair dari kelompok RT. Dalam segi kelembagaan, Jurusan Kesehatan Lingkungan dan Poltekkes mendapat pengakuan atas pengabdian dari masyarakat atas tugas-tugas para dosen secara keilmuan dari aplikasi ilmu tersebut. Sehingga masyarakat lebih mengenal tentang peran dan tugas tri dharma PT.

Pihak yang Terlibat. Kegiatan PkM merupakan aplikasi teknologi pengolahan limbah cair skala komunal. Dimana peran media tanaman dan media pasir berfungsi sebagai akumulator limbah organik RT. Untuk keterlibatan pentingnya dalam PkM ini sangat tergantung beberapa peran yang terlibat, antara lain: 1) Poltekkes Palu berperan sebagai penyandang dana DIPA pelaksanaan PkM. 2) Dosen sebagai pelaksana teknis dan yang mengakomodir mulai penyusunan proposal, pelaksanaan PkM dilapangan, permasalahan dilapangan hingga evaluasi berjenjang hingga evaluasi akhir program PkM, serta pertanggung jawaban sistem keuangan. Secara sosial dan moral dosen bertanggung jawab dalam segi keilmuan dalam pendampingan aplikasi teknologi pendistribusian dan pengolahan limbah cair dalam skala komunal. 3) Aparat Desa (sekretaris desa dan kepala dusun II) berperan dalam penguatan mediator dalam status sosial dan ketenagaan dan sistem organisasi di desa, sehingga ada rasa tanggung jawab antara organisasi terkait, sehingga tidak terkesan program PkM berjalan mandiri. 4) Mahasiswa semester akhir VI dari Program D-III Sanitasi Poltekkes Palu bertugas membantu pelaksana teknis di lapangan.

Rancangan Evaluasi. Rancangan evaluasi telah dilaksanakan secara bertahap, sejak proses pelaksanaan sampai akhir pelaksanaan PkM di dusun II desa Guntarano. Sesuai dengan tujuan PkM ini adalah aplikasi TTG melalui pendampingan kepada masyarakat untuk mengurangi pencemaran air limbah RT skala komunal dengan melibatkan peran spesies *Typha angustifolia* dan mengolahnya menggunakan lahan basah buatan aliran horisontal di masyarakat desa Guntarano kec Tanantovea Kab. Donggala. Indikator dan tolok ukur untuk mencapai tujuan di atas antara lain:

Indikator pencapaian: 1) Tercapainya pelaksanaan pendampingan mulai pembuatan jalur penyaluran air limbah sampai dengan pembuatan sarana IPAL hingga pelaksanaan pembuatan lahan basah buatan. 2) Tercapainya pemasangan sistem perpipaan sesuai desain rencana menggunakan pipa PVC 4 inci dengan perlengkapannya. 3) Tercapainya pelaksanaan pemilihan material media pasir dengan diameter 2 inchi sebagai media tumbuh spesies tanaman *T.angustifolia*. 4) Tercapainya penanaman spesies *Typha angustifolia* pada media pasir yang telah diayak. 5) Tercapainya penyaluran limbah cair secara komunal dan tidak ada lagi limbah cair RT yang tergenang sekitar pemukiman.

Tolok Ukur Keberhasilan. Keberhasilan tujuan PkM di desa Guntarano ini dapat diukur dengan tolok ukur sebagai berikut:

Aspek teknis: 1) Spesies tanaman telah dapat tumbuh dan bertambah banyak pada media pasir terpilih di lahan basah buatan. Tolok ukurnya dibuktikan dengan bertambah tunas-tunas baru yang semakin banyak. Peran spesies tanaman dan media pasir secara bersamaan mengolah secara fisik dan biologi dalam mengurangi polutan BOD, COD, dan bau dari limbah RT. 2) Hasil uji limbah cair secara fisik kualitasnya warna dan kekeruhan pada unit influent, dan terdapat penurunan kekeruhan dan limbahnya menjadi tidak berwarna, tidak keruh dan tidak berbau di effluent. 3) Hasil evaluasi kandungan BOD dan COD limbah RT terdapat penurunan, sehingga efluent CWs layak dibuang ke lingkungan pekarangan atau saluran drainase. Dimana kandungan BOD awal 95 mg/L setelah waktu tinggal 3 jam di CWs menurun di bawah 15,5 mg/L. Sedangkan kandungan COD di unit influent awal sebesar 100,95 mg/L, setelah waktu tinggal 3 jam di effluent menurun ke 25,56 mg/L.

Non teknis: Peran masyarakat desa yang memiliki sarana IPAL model lahan basah buatan dan aparat desa memiliki komitmen untuk merawat dan mengembangkan ke skala lebih luas di tingkat desa.

HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI

Kegiatan PkM yang telah aplikasikan dengan membuat Aplikasi dan penyaluran dan pengolah limbah cair menggunakan peran *T.angustifolia* skala komunal. Sesuai dengan tujuan PkM ini adalah : Aplikasi TTG melalui pendampingan kepada masyarakat untuk mengurangi pencemaran air limbah skala komunal dengan melibatkan peran spesies *T.angustifolia* dan lahan basah buatan aliran horisontal di masyarakat desa Guntarano kecamatan Tanantovea Kabupaten Donggala. Upaya ini dilakukan untuk mengurangi tingkat pencemaran lingkungan akibat air limbah ke dalam air tanah dan badan air, salah satunya menggunakan teknologi tepat guna (TTG) melibatkan peran tanaman *T.angustifolia* L pada lahan basah buatan. Dipilihnya media tanaman tersebut, karena tanaman tersebut emergent pada berbagai jenis limbah dan teknologinya memerlukan biaya operasional relatif murah serta ramah lingkungan.

Kegiatan ini dapat terlaksana dengan melibatkan beberapa unsur: 1) Aparatur pemerintah desa mulai kepala desa, sekretaris desa dan unsur seksi pelaksana pembangunan desa Guntarano kecamatan Tanantovea Donggala. 2) Mahasiswa Jurusan Kesling prodi sanitasi di semester V berperan membantu pendampingan teknis di lapangan. 3) Tim dosen jurusan Kesehatan Lingkungan yang melaksanakan tanggung jawab PkM di desa Guntarano kecamatan Tanantovea Donggala. 4) Kelompok masyarakat desa yang memiliki Sarana pembuangan air limbah Rumah Tangga belum memenuhi kelayakan teknis sanitasi.

Adapun hasil kegiatan non fisik dan bentuk fisik PkM desa Guntarano dapat diuraikan sebagai berikut: 1) Kegiatan Non fisik berupa kesepakatan menentukan lokasi penyaluran dan pengolah limbah RT desa Guntarano dilaksanakan dusun II dengan melibatkan kelompok rumah tangga (skala komunal). 2) Kegiatan fisik berupa dua unit kegiatan, masing satu unit pemasangan dan penyaluran air limbah dengan perpipaan gravitasi, dan satu unit pengolahan limbah aliran horisontal dengan melibatkan peran tanaman *Typha angustifolia*.

Untuk penyaluran limbah cair dari sumber RT penduduk mulai dari kamar pencucian dan kamar mandi dikumpulkan pada unit penampung limbah cair kemudian dialirkan menggunakan pipa PVC dengan pipa berdiameter 3 inchi. Dimensi unit pengolahan limbah cair: panjang 250 cm, lebar 110 cm dalam 100 cm. Dimensi bak ketiga lebar 20 cm, panjang 150 cm, dalam 20 cm. Model sistem aliran air limbah Unit pengolah aliran horisontal. Unit pengolah fisik terdiri atas media pasir halus yang diayak dengan diameter efektif 0,01 - 0,25 mm. Kedalaman efektif media pasir 90 cm dan di bagian atas freboard + 10 cm. Pada unit kedua berisi media kerikil/batu kecil dengan ketebalan 90 cm dan lebar 25 Cm. Dinding awal unit kedua ini terdapat 3 pipa inlet berdiameter 1 inci yang berfungsi menampung limbah cair dari unit pertama dan selanjutnya membagikan kapasitas air limbah yang masuk dari unit pertama ke unit ketiga.

Kapasitas limbah cair RT yang terolah rata-rata 0,950 M³ perhari yang berasal limbah 5-6 rumah tangga desa Guntarno, sedang waktu tinggal diperkirakan minimal 2,5 jam per hari dengan prediksi penggunaan air di kamar pencucian dan kamar mandi dua kali perhari. Hasil evaluasi kualitas kandungan BOD yang masuk dibandingkan dengan yang keluar unit pengolahan terdapat penurunan kandungan BOD. Hasil evaluasi kandungan BOD dan COD limbah RT terdapat penurunan, sehingga efluent CWs layak dibuang ke lingkungan pekarangan atau saluran drainase. Dimana kandungan BOD awal 95 mg/L setelah waktu tinggal 3 jam di CWs menurun di bawah 15,5 mg/L. Sedangkan kandungan COD di unit influent awal sebesar 100,95 mg/L, setelah waktu tinggal 3 jam di efluent menurun ke 25,56 mg/L, sudah di bawah baku mutu limbah sesuai peruntukannya.

Evaluasi untuk media tanaman *T. angustifolia* setelah sebulan beroperasi pada unit IPAL ke dua menunjukkan pertumbuhan yang sangat bagus dan ditandai dengan bertambah banyak tunas-tunas baru pada permukaan media pasir. Gambar pertumbuhan media tanaman pada media pasir selanjutnya disajikan pada lampiran.

PEMBAHASAN

Sehubungan program Sustainable Development Goals (SDGs) pada tahun 2016, rumah tangga yang memiliki akses sanitasi layak adalah apabila fasilitas sanitasi yang digunakan memenuhi syarat kesehatan. Salah satu akses sanitasi layak adalah pengelolaan air cair. Hal ini juga merupakan salah program STBM, 5 pilar diantaranya adalah program penyediaan air bersih, pengelolaan sampah, pengelolaan limbah cair, pemberantasan vektor dan pengamanan makanan minuman. Untuk STBM pilar pengelolaan air limbah perlu dilaksanakan oleh masyarakat agar tujuan penyehatan lingkungan pemukiman dapat tercapai.

Pengelolaan Limbah cair merupakan bahan buangan yang timbul karena adanya kehidupan manusia, disamping air hujan sebagai salah satu komponen limbah cair yang timbul secara alamiah dari aktivitas alam. Limbah cair timbul sebagai akibat dari adanya kehidupan manusia sebagai makhluk individu maupun makhluk sosial. Manusia dalam memenuhi kebutuhan makanan dan minuman membutuhkan air, penggunaan air untuk berbagai kegiatan dapat menghasilkan limbah cair yang tergenang atau tertahan di suatu lokasi dalam waktu yang relatif lama dapat menjadi sarang perkembangbiakan nyamuk, vektor penyakit malaria, demam berdarah. Limbah cair bila tidak dikelola secara baik akan dapat menimbulkan gangguan, baik terhadap lingkungan maupun terhadap kehidupan yang ada (Sugianto, 2008).

Limbah cair domestik merupakan air bekas yang sudah tidak terpakai lagi sebagai hasil dari adanya berbagai kegiatan manusia sehari-hari. Air limbah biasanya dibuang ke alam yaitu tanah atau badan air. Air limbah domestik merupakan limbah cair yang berasal dari kegiatan rumah tangga seperti kamar mandi, dapur, cucian. Menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 112 tahun 2003 tentang Baku Mutu Air Limbah Rumah Tangga yang dimaksud dengan air limbah rumah tangga adalah air limbah yang berasal dari usaha dan atau kegiatan permukiman, rumah makan, perkantoran, Universitas Sumatera Utara perniagaan, apartemen, dan asrama. Mukhtasor (2007) membagi air limbah domestik menjadi dua bagian yaitu : (1) air limbah domestik yang berasal dari cucian seperti sabun, deterjen, minyak dan lemak, serta shampoo, (2) air limbah domestik yang berasal dari kakus seperti tinja dan air seni. Air limbah domestik mengandung lebih dari 90% cairan. Kodoatie, et al. (2010) menyatakan zat-zat yang terdapat dalam air buangan di antaranya adalah unsur-unsur organik tersuspensi maupun terlarut seperti protein, karbohidrat, dan lemak dan juga unsur anorganik seperti butiran, garam, metal serta mikroorganisme.

Air limbah menjadi persoalan kontemporer seiring kepadatan penduduk yang semakin meningkat. Setiap rumah tangga yang tinggal di perkotaan dan pedesaan membutuhkan tempat pembuangan air limbah. Sebagian besar rumah tangga membuang air limbah di sungai, got, selokan, atau badan air lainnya. Air limbah mengandung senyawa-senyawa polutan yang dapat merusak ekosistem air. Air limbah bila tidak dikelola secara baik akan dapat menimbulkan gangguan, baik

terhadap lingkungan maupun terhadap kehidupan yang ada (Sugiarto, 2008) maka diperlukannya tempat untuk pengolahan air limbah tersebut. Instalasi Pengolahan Air Limbah Komunal atau IPAL Komunal, merupakan sistem pengolahan air limbah yang dilakukan secara terpusat yaitu terdapat bangunan yang digunakan untuk memproses limbah cair domestik yang difungsikan secara komunal (digunakan oleh sekelompok rumah tangga) agar lebih aman pada saat dibuang ke lingkungan, sesuai dengan baku mutu lingkungan (Karyadi, 2010). Untuk mewujudkan pemukiman yang sehat melalui pengelolaan limbah cair domestik yang tepat, perlindungan kesehatan masyarakat, melindungi dan meningkatkan kualitas air tanah dan air permukaan agar dapat memenuhi kebutuhan air bersih dan pelestarian lingkungan hidup.

Menurut Scundaria (2000) menyebutkan bahwa limbah merupakan sumber daya alam yang telah kehilangan fungsinya, yang keberadaannya mengganggu kenyamanan dan keindahan lingkungan. Limbah dihasilkan dari sisa proses produksi baik industri maupun domestik/rumah tangga. Air limbah domestik adalah air limbah yang berasal dari usaha atau kegiatan pemukiman, rumah makan, perkantoran, perniagaan, apartemen dan asrama. Beberapa bentuk dari air limbah ini berupa tinja, air seni, limbah kamar mandi dan juga sisa kegiatan dapur rumah tangga. Air limbah yang bersumber dari rumah tangga, menurut Notoatmodjo (2003) dalam Angreni 2009, yaitu buangan yang berasal dari pemukiman penduduk. Pada umumnya air limbah terdiri dari excreta (tinja dan air seni), air bekas cucian dapur dan kamar mandi dan umumnya terdiri dari bahan-bahan organik. Air dikatakan tercemar jika adanya penambahan makhluk hidup, energi atau komponen lainnya baik sengaja maupun tidak, kedalam air baik oleh manusia ataupun proses alam yang menyebabkan kualitas air turun sampai tingkat yang menyebabkan air tidak sesuai peruntukannya.

Selanjutnya menurut Kodoatie, et al. (2010) menyatakan zat-zat yang terdapat dalam air buangan di antaranya adalah unsur-unsur organik tersuspensi maupun terlarut seperti protein, karbohidrat, dan lemak serta unsur anorganik seperti butiran, garam, metal serta mikroorganisme. Air limbah juga dapat menurunkan nilai estetika (keindahan) karena akan mengakibatkan munculnya bau busuk dan pemandangan yang kurang sedap (Sugiharto, 1987). Berbagai dampak negatif tersebut mendorong berkembangnya teknologi untuk penanganan air limbah secara saniter. Teknologi pengolahan air limbah domestik yang dibangun disesuaikan dengan situasi dan kondisi masyarakat, karena teknologi pengolahan air limbah domestik yang dibangun merupakan kunci dalam memelihara kelestarian lingkungan, dan diharapkan dapat dipelihara oleh masyarakat setempat.

Aplikasi penggunaan teknologi tepat guna dalam pengelolaan pencemaran limbah cair di tingkat masyarakat terendah dewasa ini perlu disesuaikan dengan daya dukung sumber daerah dan kemampuan masyarakat setempat. Sehingga dalam penerapannya tidak memerlukan biaya operasional dan perawatan yang menyulitkan bagi masyarakat. Bahan materialpun semestinya sudah ada disekitarnya masyarakat, sehingga tidak memerlukan energi bagi masyarakat dalam pengadaan. Hal ini menjadi penting bagi masyarakat untuk dapat mengembangkan metode tersebut secara swadaya dimasa akan datang, Nuradji et al (2022).

Alternatif penggunaan penerapan metode lahan basah buatan (CWs) dikarenakan teknologi ini murah, mudah dioperasikan, dan ramah lingkungan. Berdasarkan hasil penelitian terkait yang dari beberapa jurnal ilmiah, bahwa faktor dominan sebesar 96,429 % tanaman *Typha angustifolia* L menjadi pilihan di dalam pengolahan limbah cair. Perihal tersebut telah dikaji menurut kajian: Kantawanichkul et al., (2008); Chandra and Yadav (2010); Zhang et al., (2010).

Selanjutnya alasan yang mendasar penggunaan spesies *T.angustifolia* L sebagai akumulator telah dibuktikan secara ilmiah dalam riset Nuradji et al., (2016) yaitu: (1) *T.angustifolia* L dapat menghasilkan bio massa 4 kali lebih banyak dan menyerap unsur polutan 2—27 kali lebih besar dalam CWs dibandingkan dengan kondisi lahan kering; (2) kemampuan spesies *T.angustifolia* L dalam menyerap polutan lebih toleran jika kandungan COD di bawah 400 mg/l; (3) *T. angustifolia* L merupakan spesies tanaman yang umumnya tumbuh di daerah air dan becek; dan (4) hasil

determinasi menurut Nuradji et al, (2016), bahwa spesies *T.angustifolia* L merupakan tanaman yang layak pada lahan basah tercemar.

Potensi pemanfaatan spesies *Typha angustifolia* L sebagai akumulator pencemaran limbah cair baik dari rumah tangga, hotel, industri dan rumah sakit menjadi peluang di wilayah kota Palu dan sekitarnya khususnya serta Sulawesi Tengah umumnya ini sangat nyata di masa yang akan datang. Distribusi pertumbuhan spesies tanaman ini di lahan basah berdasarkan rekam jejak telah tumbuh di atas lahan basah wilayah kota Palu, dan menjadi catatan ilmiah yang sudah dipublikasikan dari hasil riset. Selanjutnya untuk pengembangan keilmuan rekayasa teknologi ini dan aplikasinya, bahwa peran spesies tanaman ini disamping sebagai akumulator pencemaran lingkungan dari limbah cair, potensinya daun tanaman dalam faktanya dapat dipanen, kemudian daunnya dapat digunakan sebagai bahan baku kerajinan tangan bagi masyarakat. Hal ini telah dibuktikan dalam laporan riset Nuradji dan Maryam (2019) dalam judul Pemanfaatan *Typha angustifolia* L Sebagai Fitoremediasi Air Limbah dan Kerajinan.

Berdasarkan fakta di lapangan setelah terdapat penyaluran dan pengolah lahan limbah cair RT desa Guntarano, secara estetika sudah tidak terdapat bau sekitar pemukiman dan secara fisik air limbah tidak tergenang dan tanah permukaan kondisi kering disekitar perumahan. Pertumbuhan spesies tanaman juga menunjukkan tambah banyak munculnya tunas-tunas baru spesies tanaman dan cocok dengan kondisi lingkungan media pasir, Nuradji, Respito, A, dan Hamsiah, 2022.

Keterlibatan masyarakat dalam PkM ini secara langsung dibuktikan dengan kehadiran peran perangkat desa dan sebagian kelompok masyarakat yang berperan aktif menyediakan tenaga dan waktu selama pelaksanaan di lapangan. Tanggapan positif dari masyarakat yang selalu muncul adalah program PkM sangat baik dalam membantu pengurangan penyakit menular berbasis lingkungan di masyarakat. Mengingat program PkM ini merupakan percontohan penerapan teknologi tepat guna (TTG) pengelolaan limbah cair, maka perlu dikembangkan untuk skala yang luas, seperti tingkat desa tersebut, dengan bantuan pendampingan dari pihak akademis.

KESIMPULAN

Pengolahan limbah cair menggunakan peran *Typha angustifolia* dan media pasir skala komunal dapat mengurangi pencemaran limbah cair dan meningkatkan sanitasi yang layak bagi masyarakat, dapat meningkatkan nilai estetika (keindahan) dan dapat memutus rantai penularan penyakit.

Model penyaluran dan pengolahan limbah cair Rumah tangga dapat diaplikasikan dengan model lahan basah buatan dan biaya yang relatif sangat rendah.

Hasil evaluasi Kinerja IPAL bahwa kandungan BOD dan COD limbah RT terdapat penurunan, sehingga efluent CWs layak dibuang ke lingkungan pekarangan atau saluran drainase. Dimana kandungan BOD awal 95 mg/L setelah waktu tinggal 2 jam di CWs menurun di bawah 15,5 mg/L. Sedangkan kandungan COD di unit influen awal sebesar 100,95 mg/L, setelah waktu tinggal 3 jam di efluent menurun ke 25,56 mg/L.

Membangun penyaluran dan pengolahan limbah cair menggunakan peran spesies *Typha angustifolia* skala komunal merupakan pengabdian masyarakat sebagai wujud Tri Dharma Perguruan Tinggi bagi dosen Program studi DIII Sanitasi Jurusan Kesehatan Lingkungan.

SARAN

Diharapkan bagi masyarakat yang terpilih menjadi tempat pembangunan limbah cair di Desa Guntarano Kecamatan Tanantovea Kabupaten Donggala dapat menjadi contoh bagi masyarakat yang belum memiliki sarana pembuangan limbah cair rumah tangga.

Untuk masyarakat sebaiknya percontohan pengolahan limbah cair Rumah Tangga ini dapat dikembangkan menjadi skala luas misalnya tingkat di desa sebagai salah keberlanjutan program pengelolaan limbah cair RT di masa mendatang.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2014. Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No mor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah. Jakarta: Sekretariat Lingkungan Hidup
- Haberl, R., and Langergraber, H. 2002. Constructed Wet lands: a Chance to Solve Wastewater Problems in Developing Countries. *Wat. Sci. Technol*, 40:11.
- Jarchow, M.E. and Cook, B.J. 2009. Allelopathy as a Mechanism for The Invasion of *Typha angustifolia*. *Plant Ecol*, DOI. 10.1007/s 11258-009-9573-8.
- Karyadi, L. 2010. Partisipasi Masyarakat Dalam Program Instalasi Pengolahan Air Limbah (Ipal) Kota Yogyakarta. Skripsi. Fakultas Ilmu Sosial Dan Ekonomi Universitas Negeri Yogyakarta.
- Kepmenkes RI No. 852/MENKES/SK/IX/2008 tentang Strategi Nasional Sanitasi Total Berbasis Masyarakat (STBM).
- Notoatmodjo, S. (2011). Ilmu Kesehatan Masyarakat. Jakarta: Rineka Cipta.
- Nuradji, S., Anggoro, S., Abdurachim, H.R., Hendarto, B. 2016. The Influence of the Density of *Typha angustifolia* L Plant and the Thickness of Sand Media against the Removal of BOD Content of Waste Leachate Pollutants on Constructed Wet lands. *International Journal of Applied Environmental Science*. ISSN: 0973-6077.10(2): 809-822.
- Nuradji, S, Respito, A, dan Hamsiah, 2022. Aplikasi Pengolahan Limbah Cair Aliran Horizontal Menggunakan Media Pasir Skala Komunal Desa Guntarano Tanantovea Donggala, *Jurnal Pengabdian Masyarakat, Poltekita*, 3, ISSN: 2722-5801.
- Nuradji, S., Maryam dan Christine 2022, Distribution and Function of *Typha angustifolia* L Species in Reducing Waste Pollutants in Constructed Wetlands, *International Journal of Applied Engineering Research*, 17, ISSN: 0973-4562.
- Stevanakis, A.I., and Tsihrintzis, A.V. 2011. Effects of Loading, Resting Period, Temperature, Porous Media, Vegetation and Aeration on Performance of Pilot -Scale Vertical Flow Constructed Wetlands. *Journal Chemical Engineering*; 181-82: 416-430.
- Sugiharto. (2008). Dasar-Dasar Pengelolaan Air Limbah. Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- WHO, 2014. Progres Sanitasi dan Air Minum- Progress on Sanitation and Drinking Water: Update Geneva: WHO 2010
- Wood, A. 2011 Constructed Wetland for Wastewater Treatment Engineering and Design Consideration. Cooper, P.F and Findlater, B.C (eds). Pergamon Press, U.K.