

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian telah dilakukan untuk mengetahui kemampuan penyerapan bahan organik yang terdapat dalam limbah cair dengan menggunakan tanaman kayu apu (*Pistia Stratiotes*). Hasil dari penelitian tersebut dituang pada table berikut :

Tabel 2.1. Hasil Penelitian Terdahulu

No.	Judul Jurnal Penelitian	Penulis	Tahun	Hasil Penelitian
1	PENGOLAHANAN AIR LIMBAH DOMESTIK SECARA FITOREMEDIASI SISTEM <i>CONSTRUCTED</i> <i>WETLAND</i> DENGAN TANAMAN PANDANUS AMARYLLIFOLIUS DAN AZOLLA MICROPHILLA	Nindin Muhsinin	2019	Pengolahan air limbah secara fitoremediasi sistem sub surface flow (SSF) dan free surface flow (FSF) dapat diaplikasikan dalam pengelolaan air limbah domestik, yang mampu menurunkan kontaminan yang terkandung dalam air limbah dengan hasil sebagai berikut. a. Sistem gabungan sub surface flow (SSF) dan free surface flow (FSF) 1)

				<p>Biological Oxygen Demand (BOD) sebesar 46,96-54,84% 2)</p> <p>Chemical Oxygen Demand (COD) sebesar 17,12-22,28% 3)</p> <p>Amoniak (NH₃) sebesar 30,7-39,82% 4) Fosfat (PO₄³⁻) sebesar 36,07-38,71% 2.</p> <p>Removal efisiensi pengolahan air limbah domestik secara fitoremediasi dengan sistem sub surface flow (SSF) dan free surface flow (FSF) dapat menurunkan kontaminan air dengan hasil sebagai berikut: a. Sistem sub surface flow (SSF) 1)</p> <p>Biological Oxygen Demand (BOD) sebesar 30,47-38,34% 2)</p>
--	--	--	--	---

			<p>Chemical Oxygen Demand (COD) sebesar 10,45-14,69% 3)</p> <p>Amoniak (NH₃) sebesar 16,67-20,35% 4) Fosfat (PO₄³⁻) sebesar 26,23-29,03% b.</p> <p>Sistem free surface flow (FSF) 1)</p> <p>Biological Oxygen Demand (BOD) sebesar 23,71-26,48% 2)</p> <p>Chemical Oxygen Demand (COD) sebesar 7,44-8,90% 3) Amoniak (NH₃) sebesar 16,84-24,44% 4) Fosfat (PO₄³⁻) sebesar 11,99-13,64% 3.</p> <p>Dari hasil penelitian untuk memperoleh desain yang optimum dan hasil memenuhi sesuai standar baku mutu Pergub DIY No.07 2016, maka perlu di 53 tambah</p>
--	--	--	--

				unit Sub Surface Flow (SSF) sebanyak 6 unit sehingga jumlahnya menjadi 12 unit
2	<p>PENGARUH HYDRAULIC LOADING RATE (HLR) DAN KONSENTRASI INFLUEN TERHADAP PENYISIHAN PARAMETER BOD, COD DAN NITRAT PADA PENGOLAHAN AIR LIMBAH DOMESTIK CAMPURAN (GREY WATER DAN BLACK WATER) MENGGUNAKAN REAKTOR UASB</p>	<p>Ardina Sita Ningrum, Syafrudin, Sudarno</p>	2012	<p>Parameter polutan dihilangkan dengan efisiensi 57%-76% untuk BOD5, 59%-69% untuk COD, dan 75%-98% untuk NO3-N berdasarkan perubahan konsentrasi dan nilai HLR. 2. Kriteria toleransi untuk BOD5, COD, dan NO3-N dipengaruhi oleh pergeseran HLR (Hydraulic Loading Ratio) dan konsentrasi dengan cara berikut: a. Efisiensi eliminasi yang diukur dengan BOD5, COD, dan NO3-N meningkat dengan menurunnya</p>

			<p>konsentrasi influen.</p> <p>b. HLR serendah 0,025 m³/m²/jam (6,94 x 10⁶ m/dtk) optimal untuk menghilangkan parameter BOD₅ dan COD.</p> <p>Sementara itu, dengan HLR sebesar 0,05 m³/m²/jam (atau 1,4x10⁵ m/s), eliminasi NO₃ -N dimaksimalkan. 3.</p> <p>Pengaturan konsentrasi dan hydraulic loading rate (HLR) yang ideal untuk reaktor UASB adalah: a. Pada konsentrasi rendah 419 mg/l, perubahan HLR 0,05 m³/m²/jam (atau 1,4x10⁵ m/s) optimal untuk eliminasi BOD₅. b. Pada konsentrasi rendah 878 mg/l, dengan perubahan HLR 0,025</p>
--	--	--	--

				<p>m³/m²/jam atau 6,9x10⁶ m/s, eliminasi COD maksimal. c. Pada 36 mg/l dan perubahan HLR 0,033 m³/m²/jam (9,2x10⁶ m/s), eliminasi NO₃ -N paling efisien.</p>
3	<p>Peningkatan Kualitas dengan sistem <i>Constructed Wetland</i> menggunakan tanaman kayu apu</p>	Ima Khosid Fadilah	2017	<p>Waktu inkubasi 5 hari sesuai untuk menurunkan amoniak (NH₃) sedangkan waktu inkubasi 20 hari dapat menurunkan BOD, COD dan TSS serta pH limbah cair karet dalam kondisi agak masam ataupun basa sehingga meningkatkan kualitas limbah cair karet. Penggunaan sistem <i>Constructed Wetland</i> menggunakan media kerikil + Pasir (perlakuan D) efektif dalam</p>

				<p>meningkatkan kualitas limbah cair karet melalui penurunan kadar BOD (76,7%), COD(48,5%), N-Total (96,22%) serta amoniak (95,45%) dan tanaman kayu apu (perlakuan E) mampu menurunkan kadar TSS (62,7%) serta meningkatkan berat basah tanaman sampai dengan 39%.</p>
4	<p>PENGOLAHAN LIMBAH DOMESTIK DENGAN TEKNOLOGI TAMAN TANAMAN AIR (Constructed Wetlands)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Anna C.S.P.S 2. G.Wibisono 	2013	<p><i>Constructed Wetlands</i> adalah teknik hijau yang berhasil menurunkan pencemaran air limbah. Bukan hanya sampah rumah tangga yang dikirim ke lahan basah buatan; pabrik dan tambang juga menggunakannya.</p>

				<p>Jika Anda tinggal di kota tanpa akses ke fasilitas pengolahan limbah terpusat, Anda mungkin ingin mempertimbangkan untuk memasang lahan basah buatan aliran bawah permukaan horizontal (hSSF CWs). Efektivitas CW dalam membersihkan udara dapat ditingkatkan dengan hati-hati memilih dan menggabungkan media yang digunakan. Spesies tanaman dipilih dengan hati-hati untuk paparan cahaya dan mempertimbangkan estetika, tergantung di mana di lahan basah buatan mereka akan tumbuh. Efektivitas</p>
--	--	--	--	---

				biaya dalam pengembangan CW tinggi, terutama dalam hal aplikasi praktisnya.
5	Pengaruh Bioremediasi Tanaman Eceng Gondok (<i>Eichornia crassipes</i>) Terhadap Penurunan Amoniak, pH, Minyak dan Lemak pada Limbah Minyak Mentah Wonocolo Bojonegoro	1. Lukman Ari Bahtiar 2. Jafron Wasiq Hidayat	2019	Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada hari ke-21, tanaman eceng gondok telah sepenuhnya menyerap polutan dalam limbah minyak mentah, menurunkan kadar NH ₃ , pH, minyak, dan lemak. Melalui penggunaan tanaman eceng gondok, konsentrasi NH ₃ limbah minyak mentah berkurang hingga di bawah persyaratan kualitas air pada hari ke-21, dan semua nilai pH dikurangi hingga mendekati netral kecuali P4 melalui penerapan

				fitoremediasi. Pada hari ke-21 perawatan, semua parameter oli lebih rendah dari baku mutu air kecuali yang masih lebih tinggi dari baku mutu.
6	PENGOLAHAN LIMBAH KARET DENGAN FITOREMIDIASI MENGGUNAKAN TANAMAN <i>Typha angustifolia</i>	Syarif Nashrullah	2015	Data menunjukkan bahwa tanaman cattail dapat menurunkan kadar BOD sebanyak 90,00%, dari 508,47 mg/L menjadi 53,32 mg/L. Konsentrasi COD turun dari 5009,5 mg/L menjadi 493,3 mg/L, turun 90,15 persen. Terjadi penurunan kadar TSS sebesar 94,42% dari 806 mg/L menjadi 45 mg/L. Dari pH awal 5,4, sekarang kita memiliki pH 6,1.

7	<p>Reduksi pencemar limbah cair industri tahu dengan tumbuhan melati air (<i>Echinodorus palaefolius</i>) dalam sistem kombinasi constructed wetland dan filtrasi</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Monik Kasman 2. Anggrika Riyanti 3. Muhammad Ridwan 	2019	<p>Air limbah industri tahu diolah dengan sistem penyaringan yang terdiri dari lahan basah buatan dan tanaman melati air, yang menunjukkan penurunan BOD 52-95%, pengurangan TSS 46%, dan pengurangan minyak lemak 59-79%. Durasi tinggal secara signifikan mempengaruhi penipisan BOD, TSS, dan minyak lemak. Seiring dengan bertambahnya periode tinggal di CW, konsentrasi BOD, TSS, dan minyak lemak pada aliran keluar berkurang. Pada hari ke-15, retensi berada pada titik tertinggi, dan</p>
---	---	--	------	--

				permintaan oksigen biokimia (BOD), total padatan tersuspensi (TSS), dan minyak lemak semuanya memenuhi baku mutu yang ditetapkan dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 tahun 2014
--	--	--	--	--

2.2. Limbah Karet

Pembuangan limbah karet yang benar masih menjadi isu penting bagi negara penghasil karet. Sangatlah mendesak bagi kita untuk menemukan solusi atas masalah pembuangan sampah yang tidak tepat dan kerusakan lingkungan yang berkelanjutan. Pembuangan sampah masih menjadi masalah di negara penghasil karet. Pemilik bisnis, pembuat kebijakan, dan akademisi harus tetap berdedikasi untuk menemukan solusi atas masalah bau busuk dan limbah cair. Bau tidak sedap dari karet alam selama proses pembekuan telah terbukti memiliki efek menyegarkan yang signifikan pada pernapasan. Di sisi lain, sungai sering dijadikan tempat pembuangan limbah cair yang tidak dikelola dengan baik.

Industri karet menghasilkan limbah cair dengan konsentrasi BOD₅ 94-9.433 mg/l, COD 120- 15.069 mg/l dan TSS 30-525 mg/l. Kandungan polutan pada limbah cair limbah karet melebihi baku mutu, sehingga jika dibuang ke lingkungan akan berbahaya. Sektor karet diwajibkan menjaga pH antara 6,5 dan 9,2 dan konsentrasi BOD₅ tidak lebih dari 100 mikrogram per liter, konsentrasi COD tidak lebih dari 250 mikrogram per liter, dan konsentrasi total padatan tersuspensi tidak lebih dari 100 mikrogram. per liter. Menurut penelitian lain, konsentrasi BOD dan COD limbah cair dari industri pengolahan karet cukup tinggi (Kumlanghan dkk., 2008). Para peneliti melihat kemanjuran karbon aktif dan bentonit dalam

menurunkan kadar COD dan BOD dalam limbah karet melalui prosedur adsorpsi sebagian karena dampak lingkungan industri karet yang masif.

Untuk itu, pemerintah mengimbau agar seluruh lapisan masyarakat memprioritaskan pengolahan limbah dari kegiatan industri dan kemudian memantau kualitas sampah sebelum dibuang.

2.3. Baku Mutu Limbah

Baku mutu air limbah adalah Konsentrasi maksimum polutan yang diizinkan dalam air limbah sebelum diolah dan dibuang ke media air yang terkait dengan usaha atau kegiatan tertentu. Baku mutu air limbah industri karet Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014, ditampilkan dalam tabel berikut ini:

Tabel 2.2. Baku Mutu Air Limbah Karet

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum
pH	-	6-9
BOD	mg/L	60
TSS	mg/L	100
COD	mg/L	200

Sumber: PERMENLH RI Nomor 5 Tahun 2014

2.4. Aklimatisasi

Aklimatisasi adalah pada titik ini, tanaman yang dikultur jaringan sudah mulai menyesuaikan diri dengan lingkungan barunya. Domestikasi adalah periode menetap sebelum tanaman siap membuat rumahnya di lapangan. Ini adalah fase

perubahan dari kondisi terkondisi kelas jahat, yang dicirikan oleh kondisi alam yang dapat membawa perubahan cuaca dan iklim.

2.5. Constructed Wetland

Constructed wetland adalah lahan basah buatan, dengan fungsi pemurnian air limbah dengan menggunakan fisik, kimia dan metode biologi dalam sebuah ekosistem, memanfaatkan proses filtrasi, adsorpsi, sedimentasi, pertukaran ion dan penguraian mikroba.

Constructed Wetland (lahan basah buatan) sebagai teknologi pemurnian yang memanfaatkan penggunaan tanaman air, media *substrate* (seperti pasir, kerikil, atau pecahan batu) dan mikroorganisme yang tumbuh di dalam lahan basah yang dibuat menyerupai kolam. Perancangan ini dibuat layaknya proses penjernihan limbah secara alami (*natural wetlands*), namun dapat dikendalikan. Pembuatan lahan basah buatan ini memiliki kelebihan tersendiri dari *natural wetlands*, seperti lokasi bisa dimana saja, ukuran, pola aliran, serta waktu tinggal yang bisa diatur (Kurniadie, 2011).

Constructed Wetland dapat dibagi kedalam 2 tipe yaitu sistem aliran permukaan (*Surface Flow Constructed Wetland*) atau FWS (*Free Water System*) dan sistem aliran bawah permukaan atau SSF (*Sub-Surface Flow Constructed Wetland*) (Devianasari A. dan Rudy L., 2011). Lalu untuk tipe *Constructed Wetland* jika diklasifikasikan berdasarkan jenis tanaman dibagi menjadi 3 kelompok yaitu menggunakan tanaman air mengambang (*Floating Aquatic Plant System*), menggunakan tanaman dalam air (*Submerged*), dan menggunakan tanaman yang akarnya tenggelam (*Amphibious Plants*).

2.6. Komponen Lahan Basah Buatan *Constructed Wetland*

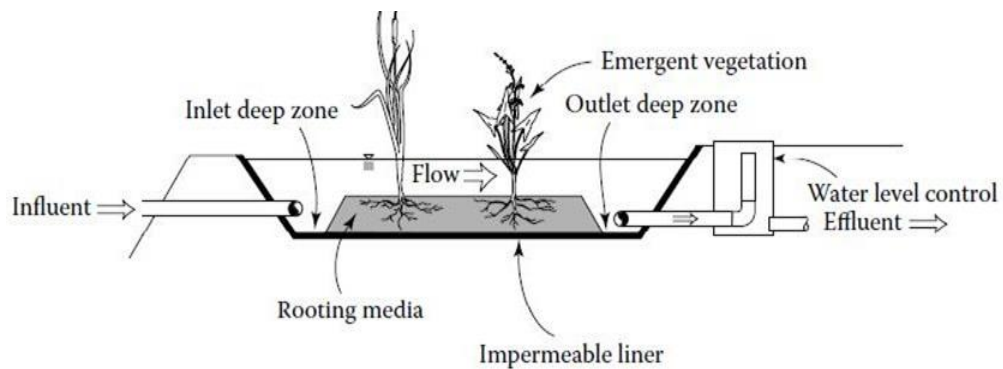
Unsur-unsur lahan basah buatan adalah air, substrat, tanaman air, dan mikroba lahan basah. Efektivitas pengolahan air limbah di lahan basah buatan berhubungan langsung dengan kualitas air terkait, karena saluran air menghubungkan semua proses di dalam lahan basah (air limbah). Matriks alami seperti pasir, kerikil, atau batu pecah biasanya digunakan sebagai komponen utama media infiltrasi. Untuk mempertahankan permeabilitas tanah sepanjang waktu,

substrat harus bebas dari kontaminan, keras, kuat, dan tidak fleksibel (USEPA, 2000). Substrat bertindak sebagai media untuk pertumbuhan tanaman air, membantu dalam proses sedimentasi, adsorpsi, dan filtrasi, dan memberikan dukungan untuk transformasi biologis dan kimiawi. Ini juga membantu dengan aliran limbah (Kadlec and Wallace, 2009). Lapisan media menyediakan filtrasi pada tingkat mekanis dan biologis. Mikroorganisme dalam suspensi dan pada permukaan padat ditangkap oleh filter mekanis, sedangkan biofilm menyerap senyawa organik yang mudah menguap. Semua bahan organik diurai oleh mikroorganisme yang hidup di tanah, di pasir, atau di akar tanaman air (Hoffmann et al., 2011).

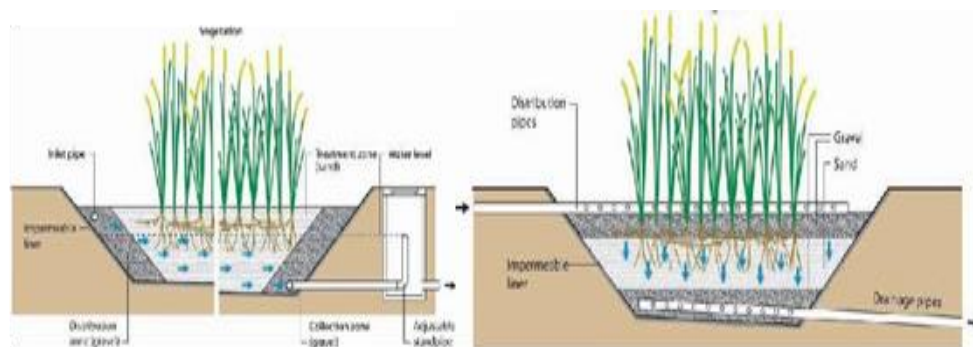
Tanaman lahan basah, seperti yang ditemukan di sepanjang tepi sungai dan di rawa-rawa, ideal untuk digunakan di lahan basah buatan manusia. Bergantung pada kebiasaan atau struktur pertumbuhannya, tanaman air dapat diklasifikasikan ke dalam salah satu dari empat kategori: tanaman terapung, terendam, muncul, atau muncul terendam. Bumi dibasahi dengan air, yang memungkinkan tanaman yang muncul tumbuh subur. Sebagian besar batang tumbuhan mengambang di udara, sedangkan sisanya terendam air. Semua tanaman, termasuk akar dan batangnya, terendam air sementara tanaman itu sendiri mengapung di permukaan. Tanaman dapat mengembangkan akar dan daun dalam air. Tumbuhan yang mengambang bebas tidak dapat membangun sistem akar di media tanam yang tidak dinodai. (Kadlec and Wallace, 2009).

2.6.1. Tipe Lahan Basah Buatan

Lahan basah dapat dibagi menjadi dua kategori berdasarkan arah pergerakan air: Free Water Surface (FWS) atau Surface Flow (SF), dan SubSurface Flow (SSF). Air mengalir dari permukaan planet dalam sistem limpasan permukaan (SF). Ketika air mengalir di bawah tanah, itu disebut sistem aliran bawah permukaan (SSF). Ada dua jenis aliran limbah dalam tanah (sewage-in-the-ground flow/SSF) tergantung pada apakah limbah mengalir secara horizontal atau vertikal (Kadlec dan Wallace, 2009), Terlampir pada Gambar 2.1, 2.3, dan 2.4, berturut-turut adalah ketinggian air bebas berikut:



Gambar 2.1. Tipe Surface Flow (Kadlec & Wallace, 2009)



Gambar 2.2. (a) Tipe Horizontal SubSurface Flow; (b) Tipe Vertical SubSurface Flow (Morel & Diener, 2006)

2.7. Kayu Apu

Kayu apu atau *Pistia stratiotes* adalah tumbuhan dari famili *Araceae* (*Araceae*) dan merupakan satu-satunya anggota genus *Pistia*. Daunnya berwarna hijau atau pirus, dengan ujung membulat dan sedikit lancip di pangkalnya, memberi mereka warna kekuningan saat matang. Ukuran daunnya panjangnya sekitar 2 - 10 cm dan lebarnya 2 - 6 cm. Daun memiliki tepi yang bertekstur, berbulu, dan beralur. Daunnya besar dan lentur, dengan struktur pahatan yang mengingatkan pada kelopak mawar. Tidak ada diagonal di tulang rusuk. Daun-daun ini berkelompok dalam bentuk mawar di dasar "batang" tanaman, akarnya. Akar putih tanaman air Apu bisa tumbuh hingga sepanjang 80 sentimeter. Pelari dan akar roset menonjol

dari tanah di bawah. Daya apungnya ditingkatkan dengan bentuk seperti keranjang rambut akar, yang dikelilingi oleh gelembung udara. Tanaman kayu apu (*Pistia stratiotes*) atau puap merupakan tanaman air yang populer digunakan untuk dekorasi. Perangkat ini juga dapat berfungsi sebagai pemurni air dengan menghilangkan zat berbahaya termasuk limbah radioaktif dan logam. Tanaman kayu apu bisa dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 2.2. Kayu Apu

2.8. Parameter Pengujian

2.8.1. Total Suspended Solid (TSS)

Total suspended solid (TSS) adalah segala sesuatu yang tidak lolos saringan karena terlalu besar (lebih dari 2 m) untuk dianggap sebagai partikel koloid. Lanau, tanah liat, oksida logam, sulfida, ganggang, bakteri, dan jamur hanyalah sebagian kecil dari komponen padatan tersuspensi total (TSS). Flokulasi dan filtrasi adalah metode biasa untuk menghilangkan TSS. Kekeruhan disebabkan oleh TSS karena menghalangi sinar matahari, mencegah fotosintesis berlangsung di dalam air.

2.8.2. Power of Hydrogen (pH)

pH yaitu derajat keasaman atau kebasaan suatu larutan dapat ditunjukkan dengan masing-masing keasaman atau kebasaannya. Pada suhu kamar, pH air murni adalah 7. Ketika pH suatu larutan di bawah 7, kita menyebutnya asam, dan ketika lebih dari 7, kita menyebutnya basa atau basa. Dalam industri proses kehidupan atau kimia, serta di bidang kesehatan, pertanian, ilmu pangan, dan teknik,

mengukur pH sangat penting (teknik). Meski lebih jarang, cabang ilmu pengetahuan dan teknologi lainnya juga dimanfaatkan.

2.8.3. Biological Oxygen Demand (BOD)

Biological Oxygen Demand (BOD) adalah perkiraan kasar jumlah senyawa biologis yang terlarut dalam air. Jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk proses mikroba aerobik untuk mengubahnya menjadi senyawa anorganik adalah definisinya. Respirasi mikroba dan oksidasi amonia dan nitrat oleh aktivitas bakteri adalah dua elemen yang dapat mempengaruhi efisiensi proses

2.8.4. Chemical Oxygen Demand (COD)

Chemical Oxygen Demand adalah parameter yang digunakan untuk menentukan konsentrasi ekivalen oksigen dalam sampel air yang dapat dioksidasi oleh dikromat dan zat pengoksidasi kuat lainnya. COD umumnya digunakan untuk mengukur senyawa anorganik dan organik aktif oksidase dalam air lingkungan, sampah rumah tangga, dan lumpur komersial. Air permukaan yang tidak tercemar memiliki jumlah COD +20 mg/l. Konsentrasi efluen di badan air penerima biasanya kurang dari 200 miligram per liter. COD air limbah industri berkisar antara 100 hingga 60.000 mg/l.