

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Penelitian Terdahulu

Ada beberapa penelitian yang menjadi acuan dalam penelitian yang dilakukan ini. Penelitian-penelitian tersebut dirangkum dalam Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Penelitian Terdahulu

No	Judul	Penulis dan Tahun Terbit	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
1	Dampak Keberadaan Objek Wisata Pantai Laguna terhadap Perubahan Sosial Ekonomi Masyarakat di Pucue, Desa Pao-Pao, Kecamatan Tanete Rilau, Kabupaten Barru	Zulpian 2021	Kualitatif deskriptif	Keberadaan pantai Laguna membawa perubahan sosial ekonomi masyarakat
2	Pengaruh Obek Wisata Kebun Raya Massenrempulu terhadap Kondisi Perekonomian Masyarakat Kecamatan Meiwa Kabupaten Enrekang	Rosmini 2018	Kuantitatif menggunakan analisis regresi sederhana	Kebun raya Massenrempulu memberikan pengaruh positif yang signifikan terhadap perekonomian masyarakat
3	Pengaruh Rehabilitasi Mangrove terhadap Kondisi Sosial Ekonomi Masyarakat Pesisir Kota Rembang	Diah Auliayani 2013	Kualitatif Deskriptif	Rehabilitasi mangrove memberikan pengaruh terhadap kondisi sosial ekonomi masyarakat pesisir kota Rembang
4	Dampak Perkembangan Pariwisata terhadap Kondisi Sosial dan Ekonomi Masyarakat Sanur	Made Arya Astina 2017	Kualitatif Deskriptif	Perkembangan pariwisata memberikan dampak positif terhadap kondisi sosial ekonomi masyarakat Sanur
5	Dampak Usaha Budidaya Perikanan terhadap Lingkungan dan Sosial Ekonomi Masyarakat pada Lahan Pasang Surut Kabupaten Banyuasin Propinsi Sumatera Selatan	Tike Dwi Putri 2014	Kuantitatif dengan menggunakan analisis regresi sederhana	Usaha budidaya perikanan pada lahan pasang surut Kabupaten Banyuasin dapat meningkatkan pendapatan masyarakat

2.2. Definisi Rawa Buatan

Rawa adalah kawasan yang terletak di zona peralihan antara daratan yang kering secara permanen dan perairan yang berair secara permanen. Ekosistem rawa ditandai oleh adanya genangan air (baik secara musiman maupun permanen) dan adanya vegetasi dengan luas penutupan lebih dari 10%. Ekosistem rawa memiliki fungsi dan manfaat yang sangat besar bagi kehidupan makhluk hidup, mulai dari habitat berbagai jenis makhluk hidup, pengolahan air limbah, sampai pengatur sistem hidrologi.

Rawa buatan merupakan sebuah kompleks rancangan manusia yang terdiri dari substrat, tanaman, hewan, dan air yang meniru rawa alami untuk kegunaan dan keuntungan manusia. Ditinjau dari fungsi rawa buatan yang pada umumnya digunakan bagi keperluan pengolahan air tercemar, rawa buatan dapat didefinisikan sebagai ekosistem rawa buatan manusia yang didesain khusus untuk memurnikan air tercemar dengan mengoptimalkan proses-proses fisika, kimia, dan biologi dalam suatu kondisi yang saling berintegrasi seperti yang biasanya terjadi dalam sistem rawa alami. Rawa buatan dalam bahasa Inggrisnya diistilahkan sebagai “*constructed wetlands*”, walaupun seharusnya terjemahan dari *constructed wetlands* adalah “lahan basah buatan”.

Sistem eko-drainase adalah salah satu metoda penanganan air hujan yang terintegrasikan berkelanjutan, diciptakan sebagai alternatif dari sistem drainase perkotaan konvensional. Sistem eko-drainase memiliki pendekatan filosofi untuk model dan perencanaan perkotaan yang bertujuan untuk meminimalkan dampak hidrologi dari pembangunan perkotaan terhadap lingkungan sekitar. *Constructed*

Wetland (rawa buatan) adalah salah satu komponen sistem eko-drainase yang merupakan bangunan/unit penanganan air hujan yang mencegah, membawa dan mengumpulkan bahan pencemar (polutan), mendukung proses penjernihan polutan melalui proses fisik, kimia dan biologi, serta menahan limpasan air hujan untuk mencegah banjir dan meningkatkan kualitas air hujan.

Constructed wetland (rawa buatan) dalam definisinya sebagai badan air buatan, pada dasarnya diciptakan untuk menghilangkan polutan, untuk meningkatkan keindahan pemandangan dan untuk memastikan ketersediaan air untuk digunakan kembali sebagai keuntungan tambahan. Sebuah Rawa Buatan umumnya terdiri dari zona inlet, zona vegetasi sebagai areal utama dari wetland, dan saluran bypass. Zona inlet berupa kolam sedimentasi yang relatif dalam dengan vegetasi pada pinggirannya serta sebagian tenggelam, terletak di bagian hulu dan umumnya digunakan untuk pre-treatment untuk sedimen kasar dan polutan berukuran besar. Zona vegetasi sebagai bagian utama dari sistem wetland memiliki tubuh air yang dangkal yang padat dengan vegetasi yang muncul dari permukaan air. Ada beberapa zona yang spesifik untuk vegetasi yang melingkupi Rawa Buatan dimana setiap zona umumnya ditentukan oleh kedalaman air.

Pada rawa buatan terdapat tiga faktor utama, yaitu: 1) Area yang digenangi air dan mendukung hidupnya aquatic plant jenis hydrophyta; 2) Media tumbuh berupa tanah yang selalu digenangi air; 3) Media jenuh air. Rawa buatan ada dalam berbagai bentuk dan ukuran, tergantung dari pemilihan dan evaluasi lokasi. Sistem ini bisa disesuaikan ke hampir semua lokasi dan bisa dibangun dalam

banyak konfigurasi dari unit tunggal kecil yang hanya beberapa meter persegi sampai sistem dengan luas beratus hektar yg terintegrasi dengan pertanian air atau tambak.

2.3. Tipe-tipe Rawa Buatan

Rawa buatan secara umum dapat dibedakan berdasarkan fungsi dan rancangan aliran airnya. Di bawah ini dipaparkan tipe-tipe rawa buatan berdasarkan kedua karakteristik tersebut.

2.3.1. Tipe Rawa Buatan Berdasarkan Fungsi

Berdasarkan fungsinya, rawa buatan dapat dibedakan menjadi rawa buatan ekoton danau, rawa buatan riparian sungai, rawa buatan untuk reklamasi daerah pertambangan, rawa pinggir pantai, rawa buatan stormwater dan rawa buatan pengolah air limbah.

1. Rawa Ekoton Suatu Danau

Rawa ekoton suatu danau biasanya merupakan rawa alami, namun sekarang ini banyak danau sudah kehilangan ekotonnya sehingga pinggiran danau tampak gundul. Akhir-akhir ini mulai disadari kembali fungsi ekoton danau, oleh karena itu di beberapa tempat mulai dibangun kembali rawa ekoton danau dengan cara meniru rawa alami. Rawa ekoton berfungsi untuk menahan pencemar yang berasal dari *non-point source* yang terbawa pada saat *run-off* air hujan. Pencemar yang berasal dari *non-point source* umumnya berkadar rendah bila kondisi sekeliling danau terpelihara oleh tumbuhan-tumbuhan yang dapat menahan masuknya pencemar ke dalam danau. Namun pencemar *non-point*

source akan berkadar lebih tinggi bila kondisi sekeliling danau telah berubah menjadi daerah pertanian, pemukiman, dan atau industri.

2. Rawa Buatan Riparian Sungai

Vegetasi riparian sungai biasanya tumbuh secara alami dan berfungsi dalam menahan erosi pada saat volume air sungai meningkat atau pada saat hujan lebat. Tetapi saat ini banyak sungai di Indonesia sudah tidak mempunyai vegetasi riparian lagi karena adanya aktivitas penebangan liar dan pembangunan pemukiman. Hal ini menyebabkan terbawanya padatan ke dalam sungai yang pada akhirnya menyebabkan air sungai menjadi keruh. Rawa buatan yang dibuat dipinggiran sungai sangat membantu dalam mereduksi sedimen yang masuk ke dalam sungai.

3. Rawa Buatan Untuk Reklamasi Daerah Pertambangan

Kegiatan pertambangan biasanya menghasilkan tailing dalam jumlah banyak, dan tailing tersebut umumnya mengandung logam-logam yang berbahaya bagi kesehatan. Pembangunan rawa buatan merupakan salah satu cara yang dapat dilakukan untuk membersihkan tailing dan lahan bekas pertambangan. Pada rawa buatan, tanaman air akan menyerap logam-logam dan menyimpannya di dalam bagian tubuhnya (terutama di bagian akar). Biasanya tailing dari kegiatan pertambangan ditampung di dalam kolam-kolam, dengan demikian proses pembuatan rawa buatan menjadi lebih mudah. Karena kolam-kolam telah tersedia, hal yang perlu dilakukan selanjutnya adalah menanam tanaman air di kolam-kolam yang

ada (terutama di bagian tepinya). Jenis tanaman air yang terbukti mampu merehabilitasi lahan pertambangan antara lain adalah *Phragmites*. Biasanya tanaman berkayu lebih banyak digunakan untuk merehabilitasi lahan tambang karena pohon dapat menyimpan logam-logam berat lebih lama.

4. Rawa Pinggir Pantai (*Coastal*)

Rawa buatan pinggir pantai umumnya berfungsi untuk menahan laju erosi dan sedimentasi. Untuk daerah tropis tanaman yang digunakan biasanya mangrove, sedangkan untuk daerah empat musim tanaman yang digunakan biasanya *Typha*. Kedua tanaman tersebut digunakan karena mampu beradaptasi dengan salinitas tinggi.

5. Rawa Buatan Stormwater (stormwater wetlands)

Rawa buatan ini dibuat untuk menampung luapan air pada saat musim hujan dan mengendapkan padatan yang terkandung di dalamnya. Pada saat hujan, *run-off* membawa banyak padatan yang mengandung zat-zat pencemar yang berasal dari jalan, lahan pertanian, pemukiman, dan perkotaan; berbagai zat pencemar yang terbawa oleh *run-off* tersebut ditampung dan diolah di dalam rawa buatan. Selain mengatasi pencemaran, *stormwater wetlands* juga berfungsi dalam mitigasi banjir.

6. Rawa Buatan Pengolah Air Limbah

Rawa buatan ini merupakan rawa buatan yang sengaja dibangun untuk keperluan pengolahan air limbah. Sistem pengolahan air limbah dengan rawa buatan ini adalah salah satu alternatif pengolahan air limbah berbiaya

relatif murah yang mulai digunakan untuk mengolah air limbah baik dari kegiatan domestik maupun industri.

2.3.2. Tipe Rawa Buatan Berdasarkan Rancangan Aliran Air

Untuk tipe rawa buatan berdasarkan rancangan aliran air, dapat dibedakan menjadi beberapa jenis, diantaranya rawa buatan beraliran permukaan, rawa buatan beraliran bawah permukaan (sub surface flow/SSF), rawa buatan beraliran vertikal, rawa buatan dengan tipe aliran vertikal menurun, rawa buatan dengan tipe aliran vertikal menaik, rawa buatan dengan tanaman tenggelam, rawa buatan dengan tanaman air terapung.

1. Rawa Buatan Beraliran Permukaan (*Surface Flow/SF*)

Rawa buatan dengan sistem aliran permukaan terdiri dari kolam atau saluran dengan media alami (tanah) atau buatan (pasir/kerikil) untuk menyokong pertumbuhan tanaman air. Tanaman air mencuat (*emergent aquatic plant*) tumbuh di atas media dan air limbah diolah pada saat air mengalir di atas permukaan media melalui rumpun tanaman dan serasah. Rawa tipe ini mirip dengan rawa alami, dimana air limbah mengalir di sela-sela tumbuhan air, di atas permukaan media yang tergenang. Pada rawa buatan tipe ini, air limbah terutama diolah oleh bakteri yang menempel di batang, daun, dan rhizoma tanaman air. Ketinggian paras air pada rawa buatan tipe ini biasanya kurang dari 0,4 m. Rawa buatan beraliran permukaan biasanya panjang dan sempit untuk mengurangi aliran air singkat (*hydraulic short circuiting*).

2. Rawa buatan beraliran bawah permukaan (Sub Surface Flow/SSF)

Rawa buatan dengan sistem aliran bawah permukaan ini terdiri dari saluran-saluran atau kolam-kolam dangkal yang berisi tanah, pasir, atau media porous (batu atau kerikil) yang akan membantu proses penyaringan air. Air limbah mengalir di bawah permukaan media secara horizontal melalui zona perakaran tanaman rawa di antara kerikil/pasir. Dalam sistem pengaliran air di bawah permukaan ini, mikroorganisme sangat berperan dalam menghilangkan bahan pencemar. Mikroorganisme yang menempel di dekat akar menguraikan bahan pencemar secara aerob, kondisi substract yang aerob di dekat perakaran tumbuhan ini disebabkan oleh adanya pasokan oksigen dari akar tanaman.

3. Rawa Buatan Beraliran Vertikal

Rawa buatan beraliran vertikal sering digunakan pada tahap awal sistem pengolahan air limbah, setelah proses pra pengendapan air limbah dilakukan. Pada rawa buatan tipe ini air limbah dialirkan di atas permukaan kolam secara berselang-seling sehingga terjadi percikan air yang merembes/mengalir ke bawah melalui media kerikil dan sistem perakaran tanaman dimana proses-proses penjernihan alami secara aerobik berlangsung. Pengontrolan debit air perlu dilakukan agar tidak terbentuk genangan air di bagian dasar sistem rawa buatan sehingga kondisi aerobik dapat tercipta di seluruh bagian kolam. rawa buatan beraliran vertikal ini dapat dibagi lagi menjadi dua tipe, yaitu:

4. Rawa Buatan Dengan Tipe Aliran Vertikal Menurun

Pada rawa buatan dengan tipe aliran vertikal menurun ini, air dialirkan di permukaan sistem lalu merembes melalui substrat yang dipenuhi oleh akar tanaman hingga kemudian mencapai dasar rawa untuk keluar dari sistem. Rawa buatan dengan sistem aliran ini mudah mengalami penyumbatan (*clogging*).

5. Rawa Buatan Dengan Tipe Aliran Vertikal Menanjak

Pada rawa buatan tipe ini air disalurkan melalui pipa ke dasar sistem lalu naik pelan-pelan melalui substrat hingga kemudian keluar melalui saluran yang terletak di permukaan substrat.

6. Rawa Buatan Dengan Tanaman Tenggelam

Rawa buatan dengan tanaman air tenggelam (*submerged aquatic plant*) biasanya ditempatkan di tengah-tengah unit sistem rawa buatan yang disusun seri, tepatnya setelah perlakuan air limbah dengan tanaman air mencuat dan sebelum perlakuan air limbah dengan tanaman air terapung. Fungsinya rawa buatan tipe ini sama dengan rawa yang menggunakan tanaman air mencuat tapi biasanya untuk air limbah yang kadar pencemarnya relatif rendah.

7. Rawa Buatan Dengan Tanaman Air Terapung

Rawa buatan dengan sistem tanaman air terapung (*floating aquatic plant*) ini berguna pada tahap penjernihan akhir (*polishing*), yaitu setelah semua tahapan pengolahan air limbah dilakukan.

Rawa buatan dengan sistem aliran permukaan biasa diterapkan dikhususnya untuk pengolahan air limbah dalam jumlah besar dan untuk

penanganan limbah nutrient, kedua sistem aliran pada rawa buatan ini telah diterapkan dan hasil evaluasi statistik menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan efisiensi yang nyata antara kedua sistem tersebut.

2.4. Fungsi dan Manfaat Rawa Buatan

Rawa buatan (seperti halnya rawa alami) memiliki fungsi dan manfaat yang sangat beragam, walau demikian tujuan utama pembangunan rawa buatan umumnya adalah untuk mengolah air limbah, sehingga konstruksi rawa buatan didesain sedemikian rupa agar dapat memenuhi tujuan tersebut.

Sifat rawa buatan yang multifungsi serta biaya pembangunan dan operasionalnya yang relatif lebih murah (dibandingkan dengan sistem pengolahan air limbah konvensional) menjadikan rawa buatan sebagai sistem alternatif pengolahan air limbah yang sangat cocok diterapkan di negara berkembang.

2.4.1. Fungsi Ekologis Rawa Buatan

Ditinjau dari segi ekologisnya, rawa buatan memiliki beberapa fungsi, diantaranya sebagai habitat berbagai jenis tumbuhan dan hewan, pengolah air limbah/air tercemar, dan konservasi air.

1. Habitat Berbagai Jenis Tumbuhan dan Hewan

Tumbuhan (makrohidrofit) dan hewan renik (mikroorganisme) merupakan komponen utama rawa buatan dalam menjalankan fungsinya sebagai pengolah air limbah. Selain makrohidrofit dan hewan tingkat rendah (mikroorganisme), rawa buatan (terutama yang berskala besar) juga dapat menjadi tempat tinggal, mencari makan, dan berkembang biak

berbagai jenis hewan tingkat tinggi seperti ikan dan burung air. Tingginya tingkat keanekaragaman hayati pada ekosistem rawa buatan dapat menjadi indikator bagus tidaknya kualitas lingkungan rawa buatan.

Walau rawa buatan memiliki potensi besar untuk menjadi habitat bagi berbagai jenis tumbuhan dan hewan, namun karena umumnya tujuan utama pembangunan rawa buatan adalah untuk keperluan pengolahan air limbah maka jenis dan tingkat kepadatan (populasi) hewan dan tumbuhan yang hidup di rawa buatan perlu dikontrol dan dibatasi. Pemanenan tumbuhan biasanya perlu dilakukan secara rutin karena penutupan vegetasi yang terlalu besar akan menurunkan daya kerja rawa buatan sebagai pengolah air limbah. Beberapa jenis hewan yang hidup di rawa buatan juga dapat bersifat hama karena merusak (atau bahkan mematikan) tumbuhan air sehingga keberadaannya perlu dikontrol.

2. Pengolah Air Limbah/Air Tercemar

Tujuan utama pembangunan rawa buatan (seperti telah disinggung sebelumnya) adalah untuk mengolah air limbah. Rawa buatan dapat mengolah berbagai jenis air limbah, baik air limbah domestik, pertanian, perkotaan, industri, pertambangan, maupun air tercemar yang berasal dari *run-off*. Selain itu rawa buatan juga dapat digunakan untuk memperbaiki kualitas air dari suatu sungai atau danau, untuk keperluan ini air dari sungai atau danau yang tercemar dibelokkan ke dalam rawa buatan dan didiamkan beberapa waktu dalam rawa buatan tersebut agar terjadi proses purifikasi air secara alami sebelum akhirnya dialirkan kembali ke

dalam badan sungai atau danau. Luas lahan yang diperlukan untuk membangun rawa buatan relatif lebih besar dibandingkan luas lahan yang diperlukan untuk membangun unit pengolahan air limbah konvensional, namun jika ditinjau dari segi biaya, biaya investasi yang diperlukan untuk membangun rawa buatan masih jauh lebih murah karena sistem rawa buatan tidak memerlukan peralatan berteknologi tinggi, tidak memerlukan input energi (listrik) dan bahan-bahan kimia (koagulan, flokulan, pupuk), serta tidak memerlukan tenaga operator yang terlatih. Biaya yang diperlukan untuk membangun rawa buatan dapat lebih murah 50-90% daripada biaya yang diperlukan untuk membangun sistem pengolahan air limbah konvensional. Oleh sebab itu dilihat dari sifat-sifat yang dimilikinya, rawa buatan sangat cocok diterapkan di negara berkembang, dimana lahan kosong dan tenaga kerja kurang terlatih tersedia cukup banyak sementara permodalan untuk instalasi peralatan berteknologi tinggi sangatlah kurang.

3. Konservasi Air

Konservasi sumber daya air adalah upaya memelihara keberadaan serta keberlanjutan keadaan, sifat, dan fungsi sumber daya air agar senantiasa tersedia dalam kuantitas dan kualitas yang memadai untuk kebutuhan makhluk hidup, baik pada waktu sekarang maupun yang akan datang. Rawa buatan sebagai salah satu komponen eko-drainase juga memiliki peranan penting dalam konservasi air. Pengelolaan sumber daya air yang pemanfaatannya dilakukan secara bijak perlu dilakukan untuk

menjamin kesinambungan persediaannya dengan tetap memelihara dan meningkatkan kualitas keanekaragaman dan nilainya.

2.4.2. Fungsi Ekonomis Rawa Buatan

Selain memiliki fungsi ekologis, rawa buatan juga memiliki fungsi secara ekonomis, yaitu dengan menghasilkan berbagai jenis tumbuhan dan hewan yang memiliki nilai ekonomis. Seperti telah disinggung sebelumnya, rawa buatan merupakan habitat bagi berbagai jenis tumbuhan dan hewan, dan beberapa diantaranya merupakan hewan dan tumbuhan yang bernilai ekonomis. Tumbuhan bernilai ekonomis yang dapat dijumpai di sekitar kolam/sel rawa buatan antara lain adalah sagu, nipah, bakau, dan bambu. Berbagai tumbuhan air yang hidup di dalam perairan rawa buatan juga dapat memberikan keuntungan ekonomis, antara lain dengan menjadikannya sebagai makanan ternak, input reaktor gas bio, kompos, tanaman hias kolam, ataupun input industri kerajinan. *Cyperus papyrus* dan *Typha* adalah contoh tumbuhan rawa yang dapat dimanfaatkan sebagai tanaman hias. Jenis tumbuhan air lain yang dapat digunakan sebagai input industri kerajinan adalah Eceng gondok (*Eichornia crassipes*).

Dari kelompok hewan, organisme bernilai ekonomis yang biasa dijumpai di ekosistem rawa buatan adalah ikan. Ikan-ikan tersebut biasanya sengaja ditebarkan untuk menambah daya guna rawa buatan. Jenis-jenis ikan yang ditebarkan antara lain misalnyakarper rumput (*Ctenopharyngodon idella*), wuchang (*Megalobrama amblycephala*), karper perak (*Hypophthalmichthys molitrix*), mas (*Cyprinus carpio*), mujair (*Oreochromis mossambicus*), dan nila.

2.5. Keanekaragaman Hayati Rawa Buatan

Rawa buatan memiliki keanekaragaman hayati yang cukup beragam, baik flora maupun fauna, baik yang berukuran makro maupun mikro (renik). Pada rawa buatan yang ditujukan bagi keperluan pengolahan air limbah/air tercemar, makrohidrofita dan mikroorganisme merupakan komponen flora-fauna utama yang menjalankan fungsi pengolahan air limbah/air tercemar. Berkaitan dengan fungsi itulah, maka pemilihan jenis-jenis flora yang akan ditanam di rawa buatan harus didasari pada kemampuannya dalam melakukan pengolahan air limbah. Selain kemampuan dalam pengolahan air limbah, faktor estetika dan manfaat ekonomi juga dapat dijadikan bahan pertimbangan dalam memilih jenis-jenis tumbuhan yang akan ditanam di dalam rawa buatan. Selain mengatur jenis-jenis flora, jenis-jenis fauna yang hidup di rawa buatan pengolah air limbah/air tercemar juga perlu diatur, karena terkadang beberapa jenis fauna dapat bersifat hama bagi tumbuhan air sehingga keberadaannya perlu dikontrol.

2.5.1 Flora

Tanaman air yang biasa digunakan di dalam rawa buatan dan telah terbukti mempunyai kemampuan baik dalam proses pengolahan air limbah/air tercemar dapat dikelompokkan menjadi:

1. Tanaman air mencuat (*Emergent Aquatic Macrophyte*), yaitu tanaman air timbul yang berakar di bawah air dan berdaun di atas air. Jenis-jenis tanaman air ini antara lain: tifa/*cattail* (*typha*), sejenis rumput/*reed* (*phragmites*), mata panah/*arrowhead* (*sagitaria japonica*), pisang air/*giant arum* (*typhonodorum*), papyrus/*papyrus* (*cyperus papyrus*),

payung payungan/*umbrella plant* (*Cyperus alternifolius*), melati air/*water dop* (*Echinodorus paleifolius*), anggrek air (*iris*), kana (*Canna edulis*.) dan futoi (*Hippochaetes lymenalis*).

2. Tanaman air tenggelam (*submergent aquatic macrophyte*), yaitu tanaman air yang keseluruhannya berada di dalam air. Jenis-jenis tanaman air ini antara lain: *hydrilla*, *potamogeton*, dan *chara*.
3. Tanaman air terapung (*floating plant*), yaitu tanaman yang mempunyai akar di dalam air dengan daun diatas air. Tanaman air terapung ini terdiri dari dua jenis, yaitu: (1) *Floating attached plant* yang berdaun di permukaan air namun akarnya tertanam di dasar, contohnya *water poppy* (*Hydrocleys nymphoides*) dan teratai (*Nymphaeae*); serta (2) *Floating unattached plant* yang daun dan akarnya melayang-layang di air, contohnya: *duckweed* (*lemna minor*), eceng gondok (*Eichornia crassipes*), dan ki apu (*Pistia stratiotes*).
4. Pepohonan yang hidup di rawa buatan adalah jenis-jenis pohon yang dapat tumbuh dalam genangan air pada beberapa waktu atau sepanjang tahun. Jenis-jenis pohon ini antara lain: gelam (*Melaleuca* sp.), *tea tree* (*Melaleuca* sp.), kayu putih (*Eucalyptus*), dan soka air (*Ixora* sp.), serta jenis-jenis mangrove dan bambu.

Selain tanaman yang sengaja ditumbuhkan di dalam rawa buatan, banyak pula tanaman yang tumbuh karena bibitnya terbawa oleh angin atau binatang (seperti burung dan serangga) yang mengunjungi rawa. Tanaman-tanaman ini meningkatkan keanekaragaman hayati di dalam rawa buatan. Selain tumbuhan

tingkat tinggi (makrohidrofit dan pepohonan), berbagai jenis fitoplankton juga dapat dijumpai dalam kolom air rawa buatan.

2.5.2 Fauna

Fauna yang biasa ditemukan di rawa buatan adalah berbagai jenis burung air yang membuat sangkar di antara tanaman, reptil yang berkembang biak dan hidup di rawa seperti ular dan katak, serta berbagai jenis ikan yang hidup di kolom air. Burung-burung air dari kelompok *herons*, *egrets*, *ibises*, *ducks*, *gulls*, dan *terns* merupakan jenis-jenis burung air yang dapat dijumpai di ekosistem rawa, termasuk ekosistem rawa buatan. Ikan-ikan yang hidup di rawa buatan biasanya merupakan ikan yang sengaja ditebarkan untuk menambah daya guna rawa buatan atau ikan-ikan yang terbawa masuk oleh aliran air sungai (jika rawa buatan berhubungan dengan sungai). Jenis-jenis ikan yang biasa ditebarkan di rawa buatan antara lain adalah karper rumput (*ctenopharyngodon idella*), wuchang (*megalobrama amblycephala*), karper perak (*hypophthalmichthys molitrix*), mas (*cyprinus carpio*), mujair (*oreochromis mossambicus*), dan nila (*oreochromis niloticus*).

Berbagai jenis serangga (seperti capung dan nyamuk) dapat dijumpai di permukaan air atau beterbangan di sekitar rawa buatan. Berbagai jenis bentos (seperti siput, keong, dan cacing) juga dapat ditemukan di substrat rawa buatan. Cacing di rawa buatan mempunyai fungsi yang unik karena berperan dalam mencerna gumpalan padatan (*sludge/biofilm*) yang terbentuk di antara media, kemudian membawanya ke atas permukaan media. Hasil pencernaan cacing ini

dikenal sebagai “kascing” yang juga merupakan pupuk bagi tanaman. Di dalam kolom air dapat ditemukan berbagai jenis zooplankton yang merupakan makanan bagi ikan-ikan *plankton feeder*. Keanekaragaman mikroorganisme di dalam rawa buatan juga sangat besar karena rawa buatan mempunyai zona aerobik, anoksik, dan anaerobik, yang masing-masing memiliki jenis mikroorganisme yang berbeda.

2.6. Faktor Ekonomi

Ilmu ekonomi adalah ilmu pengetahuan yang mempelajari usaha-usaha manusia untuk mencapai kemakmuran serta gejala-gejala dan hubungan yang timbul dari usaha tersebut. Dalam pengertian industri dalam ilmu ekonomi adalah sekelompok perusahaan yang sejenis yang memproduksi atau menghasilkan produk tertentu. Pengertian produk dalam ilmu ekonomi adalah sesuatu yang dihasilkan melalui proses produksi, dimana penekanan utamanya adalah bahwa tujuan akhir dari suatu proses produksi dapat digunakan untuk berbagai tujuan guna memenuhi kebutuhan manusia (Gamal Suwantoro. 2004).

Rawa buatan merupakan suatu produk yang nyata. Produk ini merupakan sesuatu yang tidak hanya mempunyai segi-segi yang bersifat ekonomis tetapi yang bersifat sosial dan lingkungan alam.

Dalam kesehariannya, rawa buatan dijadikan sebagai tempat untuk memelihara ikan dalam keramba/jaring oleh masyarakat yang tinggal di sekitar area rawa buatan tersebut.

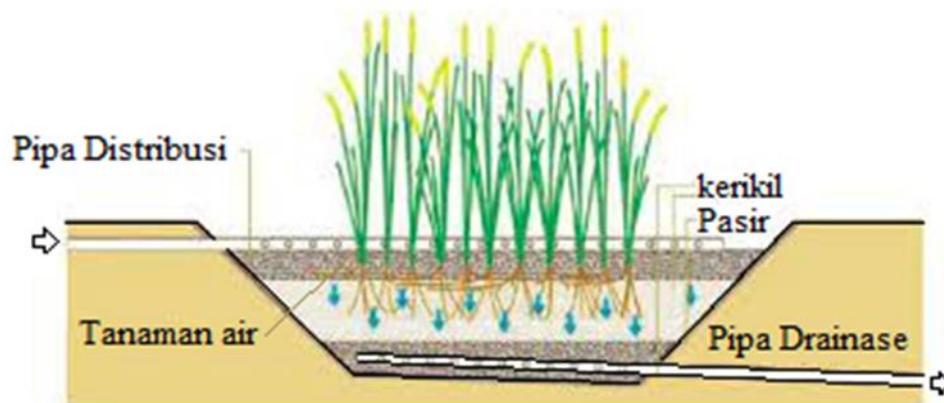
2.7. Faktor Lingkungan

Rawa buatan merupakan lahan galian berbentuk kolam yang dibuat sebagai pengganti fungsi lahan resapan yang dinilai tidak bisa lagi menjalankan fungsinya secara optimal dikarenakan oleh berbagai alasan. Misalnya saja lahan resapan yang tertutup, lahan resapan yang berubah fungsi menjadi kawasan perumahan dan perkantoran serta beberapa penyebab lainnya.

Prinsip dasar dari konsep rawa buatan adalah menampung air dalam volume besar ketika debit maksimum di sungai datang, kemudian air dari rawa buatan dialirkan secara perlahan-lahan ketika debit di sungai dalam keadaan kembali normal. Fungsi utama dari rawa buatan adalah untuk menahan laju besarnya puncak banjir yang ada di sungai agar meluapnya air sungai (*overtopping*) dapat direduksi untuk menghindari terjadinya kegagalan tanggul. Manfaat penting lainnya dari rawa buatan adalah sebagai tabungan air (konservasi air) dengan meningkatnya cadangan air tanah pada lokasi tersebut.

Rawa buatan yang dibuat dapat menjernihkan air sebelum disalurkan ke sungai. Proses penjernihan air yang berlangsung di dalam kolam ini relative lebih murah dan lebih mudah apabila dibandingkan dengan proses penjernihan air dalam bendungan karena ukurannya yang lebih kecil, sehingga air yang mengalir ke sungai merupakan air bersih yang tidak membawa larutan material tanah yang dapat meningkatkan sedimentasi dasar sungai. Dengan pola perencanaan yang tepat, rawa buatan ini berfungsi sebagai tempat penampungan air hujan yang efektif sementara waktu dan berperan sebagai sistem distribusi air.

Constructed wetland atau rawa buatan adalah lahan basah buatan, dengan fungsi pemurnian air limbah dengan menggunakan fisik, kimia dan metode biologi dalam sebuah eco-sistem, memanfaatkan proses filtrasi, adsorpsi, sedimentasi, pertukaran ion dan penguraian mikroba (Tian, 2011). Temuan pertama dengan menggunakan macrophytes dalam *constructed wetland* untuk pengolahan wastewater diperkenalkan oleh Käthe Seidel dari Jerman pada tahun 1950s, dengan metode yang kita sekarang kenal dengan sebutan horizontal sub-surface flow. Reinhold Kickuth, membuat perbaikan – perbaikan pada sistem ini, dan lambat laun metode ini dikenal luas di Eropa (Vymazal, 2005).



Gambar 2.1. Ilustrasi Konstruksi Rawa Buatan

Dalam penyediaan ruang terbuka bagi lingkungan industri, dapat dipahami bahwa terdapat interaksi yang rumit antara pribadi, ekologi dan faktor spasial fisik dalam membentuk persepsi, evaluasi dan penggunaan ruang publik di perkotaan (Irvine, et al, 2009) dan (Wolch, et al., 2014). Dalam rancangan lansekap berbasis wetland, Integrasinya bersama ruang publik dapat membawa banyak keuntungan seperti secara ekologis dengan terurainya limbah, secara biologis

dengan terpenuhinya tambahan oksigen bagi biota aquatic, secara ekonomi dengan menambah nilai dan daya Tarik suatu kawasan dan secara social dengan terciptanya lingkungan yang lebih baik serta nilai pendidikan yang didapat dari pengamatan dan penelitian (Tian, 2011). Dalam kasus komunitas di “Shahre Javan” di Iran, situasi urban kluster yang padat, memungkinkan pemanfaatan *Constructed wetland* berperan sebagai sistem pengolahan air yang tersentralisasi, bersamaan dengan penyediaan ruang terbuka hijau dan area rekreasi.

Constructed wetland lazim diterapkan di wilayah dengan curah hujan sedang dan lebat, seperti di Indonesia. *Constructed wetland* tidak hanya dimanfaatkan sebagai sarana membersihkan air sungai yang tercemar, metode ini meningkatkan juga kualitas air dari kelas I (cocok untuk kontak manusia) ke kelas II (cocok untuk irigasi lanskap) dan hanya menggunakan proses biologis (*Landscape performance series*). Selain itu, penerapannya pada lansekap membuat obyek ini menjadi ruang publik yang lebih dapat dinikmati.

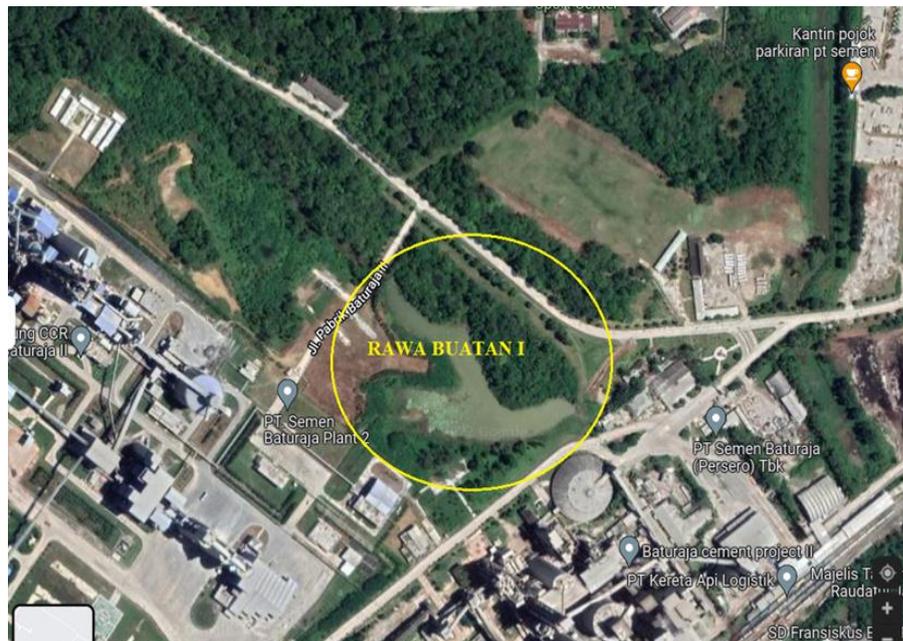
Diperlukan identifikasi berbagai bentuk *constructed wetland* sebagai solusi yang berkelanjutan dalam pembersihan air di kawasan industri. Analisis penerapan *constructed wetland* dalam rancangan lansekap memberikan manfaat bagi peneliti dalam pengaplikasian ilmu, khususnya dalam perencanaan lansekap sebagai solusi pada masalah air bersih di kawasan industri, selain itu dapat juga menjadi rekomendasi bagi pemangku kepentingan dalam penataan lansekap yang tepat untuk mengurangi resiko kekurangan air bersih, serta dapat menjadi arahan bagi pengembangan kawasan lanskap daerah kawasan industry untuk mengurangi

kasus kekurangan air bersih sekaligus membentuk *public space* di kawasan industri.

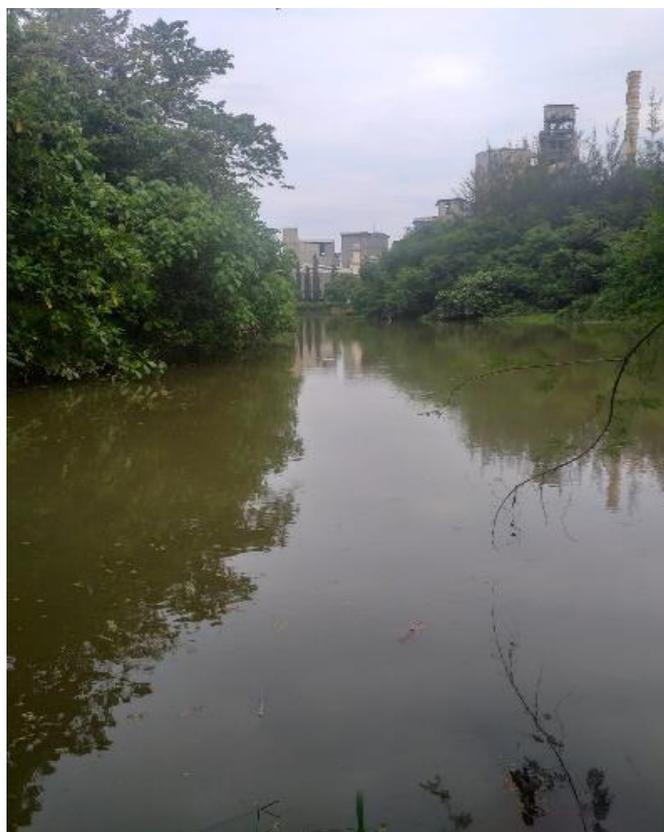
Di semen baturaja dibangun 4 rawa buatan utama dalam upaya menampung limpasan air hujan. Rawa buatan ini diharapkan mampu menampung air hujan secara langsung dengan volume yang besar, dengan ditopang oleh sistem penyaliran atau drainase yang sesuai. Air hujan yang ditampung pada rawa buatan selanjutnya akan diresapkan kedalam tanah. Karena berfungsi sebagai resapan buatan, maka rawa buatan dibuat pada bagian yang paling rendah dari lahan. Sedangkan luas dan kedalaman kolam bergantung pada luas lahan yang beralih fungsi menjadi kawasan perkantoran atau pemukiman.

2.7.1. Rawa Buatan 1

Rawa buatan 1 dibangun di antara pabrik baturaja 1 dan pabrik baturaja 2 dengan panjang lebih kurang 500 meter dan lebar lebih kurang 100 meter dengan kedalaman rawa buatan mencapai 7 meter sehingga daya tampung rawa buatan 1 ini berkisar 350.000 m³ dengan daya serap rata-rata 2m³ per hari. Rawa buatan 1 ini dilengkapi dengan pintu air yang dapat diatur secara manual untuk mengalirkan luapan air kolam menuju rawa buatan 3.



Gambar 2.2 Rawa Buatan 1 di PT. Semen Baturaja (Persero) Tbk. (tampak atas)



Gambar 2.3. Rawa Buatan 1. (Terletak di Area Pabrik Baturaja II)

2.7.2. Rawa buatan 2

Rawa buatan 2 dibangun di area bekas penambangan tanah liat (*clay mining*) dengan panjang lebih kurang 700 meter dan lebar lebih kurang 400 meter dengan kedalaman rawa buatan mencapai 10 meter sehingga daya tampung rawa buatan 2 ini berkisar 2.800.000 m³ dengan daya serap rata-rata 2m³ per hari. Rawa buatan 2 ini terhubung ke sump (kolam penambangan batu kapur) di sump ini air akan dipompa menuju kolam pengendapan dan selanjutnya air akan di buang ke sungai Kemene dimana sungai Kemene ini nantinya akan bermuara ke sungai Ogan.



Gambar 2.4. Rawa Buatan 2 di SMBR (Tampak atas)



Gambar 2.5. Rawa Buatan 2. (di Wilayah Bekas Lahan Tambang Tanah Liat)

2.7.3. Rawa buatan 3

Rawa buatan 3 dibangun diantara pabrik baturaja 1 dan kantor pemasaran dengan panjang lebih kurang 300 meter dan lebar lebih kurang 80 meter dengan kedalaman rawa buatan mencapai 5 meter sehingga daya tampung rawa buatan 3 ini berkisar 120.000 m³ dengan daya serap rata-rata 2m³ per hari. Rawa buatan 3 ini dilengkapi dengan pintu air yang dapat diatur secara manual untuk mengalirkan luapan air kolam menuju rawa buatan 4.



Gambar 2.6. Gambar Rawa Buatan 3 di SMBR (tampak atas)

Wilayah pabrik baturaja memiliki luas tanah sebesar 4 hektar dan terletak di sepanjang tepi Sungai ogan di baturaja. Pembangunan perumahan didekat area pabrik memunculkan kekhawatiran bagi terganggunya kesehatan masyarakat dan tergenangnya area pemukiman saat hujan turun dengan intensitas yang tinggi, untuk alasan inilah rawa buatan 3 dibangun pada lokasi tersebut diatas.



Gambar 2.7. Rawa Buatan 3 Terletak Dekat Lokasi Perkantoran

Rawa buatan ini dilengkapi dengan pintu air operasikan secara manual untuk mengantisipasi meluapnya aliran air menuju ke pemukiman manakala terjadi hujan lebat.



Gambar 2.8. Pintu Air Rawa Buatan 3

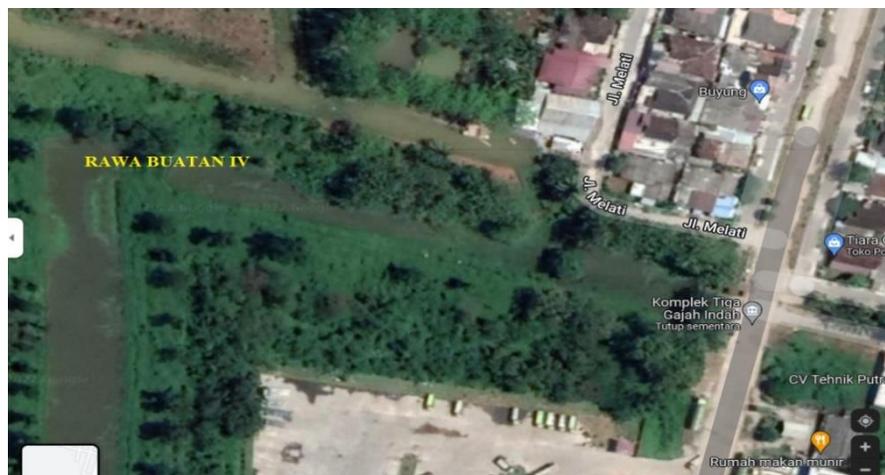
Rawa buatan telah menjadi salah satu cara untuk mengamankan luapan air. Jika persediaan air melimpah karena tempat yang dekat dengan sungai atau sumber mata air, maka rawa buatan diharapkan menahan (menampung) debit air yang ada. Dari sinilah pintu air dibutuhkan untuk mengatur debit air yang keluar dari badan rawa buatan dan yang menuju ke pemukiman. Karena melalui proses gravitasi, tanah yang tinggi akan mendapat air lebih dahulu.

Pintu air yaitu bangunan penunjang pada suatu rawa buatan ini diatur dan difungsikan untuk mengatur air di, bendungan penahan banjir, maupun di tanggul sungai. Bila terjadi banjir, air dikuras dengan cepat. Fungsi pintu air juga salah satunya membagi saluran primer dari rawa buatan menjadi 3 saluran sekunder,

dan hal ini hanya ada pada saluran primer yang cukup besar. Untuk sistem drainase dengan tekanan air yang kecil maka yang dibutuhkan juga pintu air yang kecil pula.

2.7.4. Rawa buatan 4

Rawa buatan 4 dibangun disisi luar pabrik dan berbatasan dengan perumahan tiga gajah indah. dengan panjang lebih kurang 200 meter dan lebar lebih kurang 40 meter dengan kedalaman rawa buatan mencapai 3 meter sehingga daya tampung rawa buatan 3 ini berkisar 32.000 m³ dengan daya serap rata-rata 2m³ per hari. Rawa buatan 4 ini dimanfaatkan oleh warga perumahan sebagai tempat pemeliharaan ikan lele dan ikan mujair, hal ini juga mengindikasikan bahwa air yang ditampung pada rawa buatan 4 ini memiliki kualitas air yang baik, tetapi sayangnya ikan- ikan yang hidup di rawa buatan 4 ini belum di lakukan uji organoleptik untuk memastikan tidak ada kandungan zat kimia dalam daging ikan tersebut. tetapi secara keseluruhan keberadaa rawa buatan ini mampu menopang ekosistem air secara alamaiah. Rawa buatan 4 ini terhubung ke sungai ogan melalui parit yang berada disisi luar perumahan tiga gajah indah.



Gambar 2.9. Rawa Buatan 4 (tampak dari atas)



Gambar 2.10. Rawa Buatan 4 Terletak Di Kawasan Perumahan Tiga Gajah Indah

Tanaman-tanaman *wetland* berbeda spesies dipilih dan didesain untuk menyerap polutan-polutan berbeda dari air. Rawa buatan juga berfungsi sebagai penyangga dan perlindungan dari banjir, Desain teras dari rawa buatan mengurangi perbedaan elevasi antara pabrik dan kawasan pemukiman, sehingga masyarakat dapat bermukim secara aman. Rawa buat sudah seharusnya perlu dipertimbangkan sebagai pengelolaan air limbah karena telah terdapat banyak bukti kesuksesan metode tersebut dalam siklus berkelanjutan air yang tercemar. Banyak kelebihan yang dapat diperoleh dalam mengaplikasikan sistem ini di negara berkembang, khususnya jika diterapkan pada lahan yang terbuka. Selain itu, dapat terciptanya kesempatan untuk membawa warga agar dekat dengan alam.

