**BAB I**

**PENDAHULUAN**

1. **Latar Belakang**

Perkembangan dunia industri, akan membawa keuntungan dengan meningkatkan kesejahteraan manusia, selain itu juga akan menimbulkan masalah yaitu terganggunya lingkungan akibat dari limbah yang dihasilkan, seperti kotoran yang dimuntahkan ke udara atau sampah padat yang tertimbun di tanah dan begitu pula limbah cair yang mencemari air sungai dan air laut. Bila tidak ditangani dengan benar bukan hanya mengganggu lingkungan tetapi juga akan berdampak pada kesehatan manusia disekitarnya.[[1]](#footnote-1)

Salah satu industri yang rata-rata membuang limbahnya secara langsung ke lingkungan yaitu industri tahu. Industri tahu akan menimbulkan limbah dengan jumlah yang cukup banyak. Limbah yang dihasilkan berupa limbah cair dan limbah padat berupa ampas. Kebanyakan dari industri ini membuang limbah-limbah tersebut ke lingkungan secara langsung dan tidak langsung.[[2]](#footnote-2)

Air buangan industri tahu memiliki kandungan bahan organik yang cukup tinggi, apabila air buangan industri tahu dalam keadaan konsentrasi tinggi lalu langsung dibuang tanpa dilakukan pengolahan terlebih dahulu maka akan menyebabkan kerusakan pada lingkungan. Air buangan tahu juga akan menyebabkan banyak penyakit pada makhluk hidup contohnya yaitu manusia. Apabila air buangan limbah yang dialirkan kesungai digunakan untuk kehidupan sehari-hari. Tanpa disadari kegiatan ini sudah terjadi dalam kehidupan masyarakat yang berada disekitar industri tahu yang membuang limbah cairnya kebadan perairan yaitu sungai. [[3]](#footnote-3)

Limbah cair tahu yang masuk kedalam sungai dapat menyebabkan pesatnya pertumbuhan mikroba dalam air sehingga dapat menyebabkan kadar oksigen didalam air akan menurun. Dengan menggunakan 1kg kedelai maka membutuhkan air sebanyak 4-5 liter yang dapat menghasilkan limbah cair berupa *whey* tahu sebanyak 3-4 liter. Kandungan *whey* yaitu bahan organik seperti protein 40 %-60 %, karbohidrat 25 %-50 % dan lemak 10 % semua itu akan menjadi bahan pencemar lingkungan.[[4]](#footnote-4)

Sebagaimana Allah SWT telas menjelaskan dalam surat Al-A’raaf ayat 56 sebagai berikut:

Artinya: “Dan janganlah kamu membuat kerusakan di muka bumi, sesudah (Allah) memperbaikinya dan Berdoalah kepada-Nya dengan rasa takut (tidak akan diterima) dan harapan (akan dikabulkan). Sesungguhnya rahmat Allah Amat dekat kepada orang-orang yang berbuat baik.”[[5]](#footnote-5)

Berdasarkan ayat tersebut dijelaskan kita sebagai makhluk hidup supaya tidak membuat kehancuran di muka bumi setelah allah menciptakan alam ini dengan sempurna dan sangat seimbang untuk mencukupi kebutuhan makhluk-Nya. Karena jika semua perkara telah disusun, lalu dihancurkan maka akan sangat membahayakan kepada hamba. Maka Allah pun melarang hal itu dan dia memerintahkan hambanya supaya beribadah dan berdoa kepadanya dengan merendahkan dan menghinakan diri di hadapannya.[[6]](#footnote-6)

Air adalah bagian terpenting dilingkungan kehidupan. Makhluk hidup di muka bumi ini tak akan terlepas dari kebutuhan air. Air adalah kepentingan utama dalam setiap proses kehidupan dibumi ini, maka tidak akan ada kehidupan jika di bumi tidak ada air. Selain itu juga, air akan menyebabkan malapetaka jika tidak tersedia dalam kondisi yang benar, baik kualitas maupun kuantitasnya.[[7]](#footnote-7)

Air yang bersih sangat dibutuhkan oleh manusia, baik akan kebutuhan hidup sehari-hari, kebutuhan industri, kebersihan sanitasi kota, serta kebutuhan pertanian dan lain-lainnya. Saat ini, air menjadi masalah yang perlu mendapat perhatian yang serius. Untuk mendapatkan air yang baik sesuai dengan standar tertentu, saat ini menjadi barang yang mahal, dikarenakan air sudah banyak tercemar oleh bermacam-macam limbah dari berbagai hasil kegiatan manusia, Sehingga secara kualitas, sumberdaya air telah mengalami penurunan. Demikian pula secara kuantitas, yang sudah tidak mampu memenuhi kebutuhan yang terus meningkat.[[8]](#footnote-8)

Sungai merupakan salah satu tempat manusia untuk mendapatkan air demi melangsungkan kehidupan sehari-hari. Kebanyakan masyarakat yang berdomisili disekitar tepian sungai memang sangat bergantung akan kebutuhan airnya dari sungai, selain itu juga banyak dari mereka yang berpenghasilan dari sungai. Jika sungai tersebut dijadikan tempat pembuangan limbah maka akan menimbulkan banyak dampak negatif seperti tercemarnya air sungai tersebut, tingginya konsentrasi amonia, fhospat, nitrit dan berkurangnya biota yang ada disungai tersebut serta berkurangnya manfaat sungai untuk kehidupan manusia.

Berdasarkan wanwancara peneliti dengan pemilik industri tahu dikali raman kampung sawah brebes Tanjung Karang Timur, peneliti melakukan wawancara dengan 5 orang pemilik indutri tahu yang berjarak sekitar 10-60 meter dari sungai kali raman. Wawancara kepada bapak Susanto, ibu Sumiati, ibu Suryani, bapak Jatmiko dan bapak Rosidi mereka selaku pemilik pabrik tahu yang ada di Kampung Sawah Brebes Tanjung Karang Timur mengatakan bahwa, setiap harinya mereka memproduksi tahu dengan menggunakan kedelai sebanyak 30-40 kg kedelai, yang di rebus dengan menggunakan air sekitar 60-70 liter. Sisa air perebusan sekitar 50 liter itu akan dibuang kesungai kali raman secara langsung beserta air pencucian kedelai sebelum dilakukan perebusan.

Berdasarkan hasil wawancara diatas keadaan ini jika terjadi terus menerus akan menyebabkan banyak dampak negatif, seperti sungai tersebut mengeluarkan bau yang tak sedap, akan mengganggu biota yang ada disungai tersebut, serta akan mengganggu kurangnya fungsi sungai tersebut untuk kehidupan masyarakat sekitar sungai. Dalam keadaan ini maka dibutuhkanlah suatu metode yang dapat mengurangi kadar limbah cair tahu tersebut.

Salah satu metode yang dapat digunakan yaitu: teknik fitoremediasi. Fitoremediasi merupakan proses penyehatan lingkungan secara biologis terhadap komponen lingkungan yang telah tercemar, dengan menggunakan tumbuhan untuk menyerap zat tercemar, mengurangi konsentrasi zat berbahaya, mentransformasi bahan pencemar menstabilkan dan mendegradasi zat berbahaya baik itu senyawa organik maupun senyawa anorganik secara ex-situ menggunakan kolam buatan dan in-situ langsung dilapangan pada tanah atau pada perairan yang tercemar. [[9]](#footnote-9)

Tanaman yang dapat meremediasi perairan yang telah tercemar yaitu eceng gondok dan kangkung. Eceng gondok merupakan salah satu tanaman air yang mampu mengikat logam berat serta mempunyai kemampuan menyerap unsur hara, senyawa organik dan unsur kimia (zat berbahaya) dikarenakan sistem perakarannya berakar serabut dan jumlahnya relatif lebat karena banyaknya bulu-bulu akar, sehingga mampu mengurangi zat berbahaya pada limbah tanaman eceng gondok dapat menstabilkan parameter air. Hal tersebut menunjukan bahwa tanaman eceng gondok merupakan tanaman yang mempu mereduksi beban pencemaran yang terkandung dalam limbah.[[10]](#footnote-10)

Tumbuhan kangkung air juga termasuk tanaman yang mampu melakukan adaptasi dengan baik pada kondisi tanah atau lingkungan dengan kisaran toleransi yang luas. Tanaman kangkung dapat tumbuh pada kondisi dengan sumber nitrogen sangat terbatas. Kangkung air dapat mengurangi pencemaran limbah roti, tekstil, industri dan obat-obatan. Tanaman air khususnya kangkung merupakan tanaman yang dapat memanfaatkan kandungan nutrient buruk suatu perairan untuk dimanfaatkan dalam proses hidupnya. Tumbuhan kangkung air dapat menghasilkan oksigen dan menyerap nutrisi yang masuk ke perairan seperti nitrogen dan fosfor.[[11]](#footnote-11)

Penelitian Fitoremideasi dengan tumbuhan air ini telah dilakukan oleh beberapa peneliti. Penelitian yang dilakukan oleh Lamria Sidauruk dan Patricius Sipayung dalam jurnalnya tentang “Fitoremidiasi Lahan Tercemar Di Kawasan Industri Medan dengan Tanaman hias”. Penelitian ini menggunakan delapan tanaman hias seperti *Sanseviera Trifasciata, Dracaena Fragrans, Diffenbhacia Sp, Phylodendron Hederaceam, Agave Sp, Codiatum Variegatum, Anthurium Crystallium Dan Chrysalidocarpus Lutescens*. Parameter yang diamati adalah produksi biomassa dan penyerapan logam berat oleh tanaman. Hasil yang didapat yaitu serapan logam berat paling tinggi terdapat pada tanaman *Codiatum Variegatum* (291 mg/kg) diikuti oleh *Diffenbhacia Sp* (246 mg/kg), *Chrysalidocarpus Lutescens* (185 mg/kg), *Sanseviera Trifasciata* (162 mg/kg) dan *Dracaena Fragrans* (102 mg/kg).[[12]](#footnote-12)

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Agie Syirban Gizawi, Hertien koosbandiah Surtikanti, Wahyu Surakusumah dalam jurnalnya tentang “Perbandingan Potensi Tanaman Air *Echinodorus Palaefolius, Pontederia Lanceolata* Dan *Zantedeshia Aethiopica* Sebagai Agen Fitoremidiasi Limbah Rumah Tangga”. Tujuan penelitian ini adalah mebandingkan potensi dari ketiga tumbuhan tersebut dalam proses fitoremediasi limbah rumah tangga. Parameter yang diteliti adalah pH, Total N, Total P, dan total *Colifirm.* Hasil yang didapat yaitu tidak memiliki perbedaan potensi yang signifikan pada semua tumbuhan uji. Dan tanaman yang memiliki resistensi paling tinggi terhadap limbah domestic adalah *Echinodorus Palaefolius*.[[13]](#footnote-13)

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Debora F. Sitompul, Mumu Sutisna, Kancitra Pharmawati dalam jurnalnya tentang “Pengolahan Limbah Cair Hotel Aston Braga City Walk Dengan Proses Fitoremidiasi Menggunakan Tumbuhan Eceng Gondok”. Parameter yang diamati pada peneliatian ini yaitu BOD, COD, TSS , pH, baud an kekeruhan. Pada penelitian ini diterapkan 3 jenis perlakuan yaitu pelakuan I (limbah saja), Pelakuan II (limbah + 1 eceng gondok) dan perlakuan III (limbah + 2 eceng gondok). Hasil penelitian menujukkan bahwa setiap perlakuan memiliki nilai efisiensi yang tinggi untuk mengolah parameter BOD, COD, TSS, pH, baud an kekeruhan dengan waktu kontak optimum selama 6 hari, dan secara umum perlakuan III merupakan perlakuan terbaik yang memiliki nilai efisiensi sebesar 84,48% untuk penyisihan BOD, 89,95% untuk penyisihan TSS dan 87,76 % untuk penyisihan kekeruhan.[[14]](#footnote-14)

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Anis Artiyani dalam jurnalnya yang berjudul “Penurunan Kadar N-Total Dan P-Total Pada Limbah Cair Tahu Dengan Metode Fitoremediasi Aliran *BATCH* Dan KONTINYU Menggunakan Tanaman *Hydrilla Verticillata*” parameter yang diamati adalah BOD, COD, Nitrogen Total dan Phospat Total, kekeruhan , suhu dan pH. Penelitian ini menggunakan tumbuhan *Hydrilla Verticillata* dengan memvariasikan pola aliran . hasil penelitian menunjukkan bahwa tanaman *Hydrilla Verticillata* mampu menurunkan konsentrasi N Total sebesar 72,76% dan P Total sebesar 60,40% pada *reactor batch*. Sedangkan pada reactor kontinyu mampu menurunkan konsentrasi N Total sebesar 75,39% dan P Total sebesar 85,29%.[[15]](#footnote-15)

Berdasarkan uraian diatas maka peneliti ingin melakukan penelitian tentang “Fitoremediasi Limbah Tahu Dengan System Simulasi Eceng Gonodk (*Eichhornia Crassipes*) Dan Kangkung Air (*Ipomoea Aquatica*)”. Penelitian akan dijadikan sarana informasi bagi warga supaya dapat menjaga keadaan aliran sungai dan memanfaatkan sungai t dengan baik. Mengingat fungsi dari air sungai banyak dimanfaatkan untuk warga memenuhi kebutuhan air sehari-hari maka hal ini dapat dijadikan dasar untuk penelitian fitoremidiasi limbah dengan sistem simulasi eceng gondok dan kangkung.

1. **Identifikasi Masalah**

Identifikasi masalah pada penelitian ini adalah :

1. Industri tahu menghasilkan limbah cair tahu dibuang kealiran sungai
2. Kurangnya pemanfaatan tanaman air untuk pengolahan limbah cair tahu dilingkungan sekitar pabrik tahu.
3. **Batasan Masalah**

Supaya dapat memfokuskan penelitian ini, maka penulis akan membatasi ruang lingkup permasalahan yang akan di bahas sebagai berikut:

1. Fitoremediasi yang menggunakan tumbuhan air dan pengaruh tumbuhan air terhadap proses fitoremidiasi limbah cair tahu hanya dalam waktu 3 minggu sejak tumbuhan air di tumbuhkan diarea kolam buatan.
2. Membandingkan kualitas air berupa suhu, PH, BOD, COD, padatan tersuspensi terhadap perbedaan pemberian tumbuhan yang berbeda.
3. Tumbuhan air yang digunakan dalam penelitian ini berupa eceng gondok dan kangkung.
4. **Rumusan Masalah**

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Bagaimana pengaruh Fitoremediasi limbah cair tahu dengan kangkung dan eceng gondok ?
2. Apakah ada perbedaan kualitas air yang di remediasi dengan eceng gondok dan kangkung air ?
3. **Tujuan Penelitian**

Tujuan pada penelitian ini adalah :

1. Mengetahui pengaruh Fitoremediasi eceng gondok dan kangkung air terhadap efisiensi penurunan kualitas air.
2. Mengetahui perbedaan kualitas air yang diremediasi dengan eceng gondok dan kangkung air.
3. **Manfaat Penelitian**

Manfaat pada penelitian ini adalah :

1. Bagi peneliti: menambah wawasan dalam ilmu biologi pada pemanfaatan tumbuhan air untuk mengolah limbah cair tahu.
2. Bagi Masyarakat: Sebagai informasi mengenai manfaat tumbuhan air untuk mengendalikan limbah dan untuk tidak membuang limbah kesungai ataupun langsung kelingkunga.

**BAB II**

**LANDASAN TEORI**

1. **Bioremidiasi**

Bioremidiasi merupakan proses degradasi secara biologis bahan organik, anorganik, bio massa dan hasil samping yang sedikit lebih sederhana dari yang sebelumnya. Proses ini didasarkan pada siklus karbon, sehingga senyawa organik dan anorganik didaur ulang melalui reaksi oksidasi dan reduksi. Proses bioremidiasi ini tergantung pada kemampuan organisme yang digunakan. Proses bioremidiasi ini merupakan proses biologi yang memiliki kelebihan dan kekurangan.[[16]](#footnote-16)

Berikut ini kelebihan dan kekurangan bioremidiasi :

Tabel. 1 kelebihan dan kekurangan bioremidiasi.[[17]](#footnote-17)

|  |  |
| --- | --- |
| Kelebihan | Kekurangan |
| 1. Dapat dilaksanakan dilokasi 2. Memanfaatkan agen biologi yang ada dialam 3. Mencegah kerusakan lingkungan seminimal mungkin 4. Menghemat biaya 5. Masyarakat dapat menerima dengan baik 6. Penyisihan pembuangannya permanen 7. Menghapus resiko jangka panjang | 1. Padat ilmiah 2. Tidak semua bahan kimia dapat diolah secara bioremidiasi 3. Adanya batasan konsentrasi yang dapat ditolerir oleh organismenya 4. Pengotoran toksik 5. Membutuhkan pemantauan yang ekstensif 6. Membutuhkan lokasi tertentu 7. Berpotensi menghasilkan prosuk yang tidak dikenal |

1. **Perkembangan Teknik Bioremidiasi**

Teknik bioremidiasi sebetulnya bukan tekhnik yang baru berkembang pada tahun-tahun terakhir ini melainkan telah lama berkembang sejalan dengan perkembangan teknik yang bekerja berdasarkan proses biologi. Bioremidiasi pada awalnya dirujukan untuk bioproses yang diaplikasikan pada lingkungan tanah saja. Dari mulai tahun 80-an bioremidiasi telah mulai dikembangkan untuk polutan-polutan organik yang pada saat itu tergolong tidak mudah terdegradasi. Aplikasi pada skala besar dilapangan kemudian banyak dilakukan pada kasus-kasus pencemaran akibat polusi minyak bumi. Baik itu sebagai konsekuensi kegiatan industri, maupun akibat kecelakaan tumpahan. Lebih dari 30% aplikasi bioremidiasi adalah untuk lingkungan yang tercemar minyak bumi.[[18]](#footnote-18)

Perkembangan bioremidiasi memerlukan dukungan berbagai pihak. Pada saat ini bioteknologi dianggap menjadi suatu harapan masa depan, maka bioremidiasi yang merupakan bagian dari bioteknologi lingkungan pun memerlukan dukungan berbagai pihak. Karena perkembangan tekhnik ini relatif murah, namun juga dapat menyelamatkan masyarakat dari degradasi lingkungan yang tidak terkontrol.[[19]](#footnote-19)

1. **Teknologi Bioremediasi**

Remidiasi merupakan cara untuk memulihkan kondisi lingkungan yang semula tercemar oleh zat pencemar sehingga mencapai suatu acuan tertentu. Pada saat ini usaha remidiasi dibagi dalam tiga cara yaitu fisik, kimia, biologi. Cara biologi akan dikenal dengan bioremidiasi yang berkaitan dengan pencemaran tanah, air oleh pabrik-pabrik industri. Bioremidiasi dapat dilaksanakan di lingkungan tanpa menimbulkan kerusakan, serta dapat mengurangi limbah secara permanen, dapat digabungkan dengan teknik penanganan secara fisik dan kimia.[[20]](#footnote-20)

Ada beberapa teknologi yang digunakan dalam bioremidiasi yaitu :

* 1. Biostimulasi : penggunaan nutrient untuk memicu mikroba melakukan biodegradasi yang terdapat secara alami, nutrient tambahan seperti fosfor dan nitrogen merupakan pemicu pertumbuhan yang umum, bahkan keberadaan sejumlah kecil bahan pencemar juga dapat difungsikan sebagai pemicu untuk mengaktifkan enzim.
  2. Bioaugmentasi : peningkatan biodegradasi melalui penambahan mikroba atau enzim pada lingkungan tercemar. Bakteri merupakan organisme yang umum digunakan dalam bioaugmentasi untuk merobak bahan pencemar.
  3. Biofilter : memisahkan gas organik dengan melewatkan udara melalui suatu *carrier* yang dapat berupa kompos atau tanah, mengandung mikroba untuk mendegradasi bahan pencemar yang dilewatkan. Teknik ini telah digunakan untuk memisahkan komponen volatile yang berbahaya.
  4. Bioreaktor : penanganan terhadap bahan tercemar dalam tangki besar yang berisi mikroba atau enzim. Bioreactor biasanya biasanya digunakan untuk memisahkan bahan toksik yang terdapan dalam limbah.
  5. *Bioslurry* : pengolahan tanah yang mengandung bahan pencemar hidrokarbon dengan menggunakan konsorsium bakteri pendegradasi hidrokarbon pada bioreaktor dalam bentuk *slurry*. Proses ini dilakukan pada kolam yang berfungsi sebagai bioreactor.
  6. *Bioventing* : teknik ini irip dengan biostimulasi, dilakukan dengan meyemburkan oksigen melalui tanah untuk menstimulasi pertumbuhan mikroba. Cara ini banyak digunakan pada tanah yang tercemar minyak bumi.
  7. *Composting* : teknik ini dilakukan dengan mencampur bahan yang tercemar dengan kompos, lalu diinkubasi pada suhu yan relatif tinggi. Cara ini dapat dilakukan ditempat terbuka atau pada reaktor tertutup. Hasil pengomposannya dapat digunakan sebagai tanah untuk *sanitary landfill*.
  8. *Landfarming* : penggunaan teknik ini untuk mendorong pertumbuhan mikroba dengan cara tanah tercemar disebarkan pada lahan terbuka. Teknik ini banyak digunakan untuk membersihkan sejumlah besar tumpahan minyak dalam tanah. Bioremidiasi *landfarming* menawarkan pengolahan lumpur minyak yang lebih sederhana dengan biaya yang relatif murah, dan lebih maju dibandingkan dengan tipe bioremidiasi yang lain. Metode ini mengandalkan biodegradasi dengan menggunakan tanah sebagai sumber inokulum mikroba.[[21]](#footnote-21)
  9. *Fitoremediasi* : penggunaan teknik ini dengan menggunakan tumbuhan air untuk mengurai limbah

1. **Fitoremediasi**

Fitoremediasi adalah tehnik pemulihan lahan tercemar dengan menggunakan tumbuhan untuk menyerap, mendegradasi dan mentransformasi bahan pencemar baik itu logam berat maupun senyawa organik. Fitoremidiasi digunakan untuk mendegradasi senyawa-senyawa atau molekul yang berbahaya dalam suatu limbah sehingga kadar senyawa berbahaya didalam limbah bisa dikurangi. Fitoremidiasi dapat digunakan untuk mengurangi kadar limbah seperti logam, pestisida, minyak mentah dan limbah cair hasil pembuangan industri.[[22]](#footnote-22)

**Penerapan Fitoremediasi**

Fitoremidiasi dapat dibagi menjadi fitoekstraksi, rizofiltrasi, fitostabilisasi, fitodegradasi, fitostabilisasi, fitovolatisasi.

* 1. *Phytoacumulation* (*phytoextraction*) yaitu proses tumbuhan menarik zat kontaminan dan media sehingga berakumulasi di sekitar akar tumbuhan, proses ini juga disebut *hyperacumulation.*
  2. *Rhizofiltration* adalah proses adsorpsi atau pengendapan zat kontaminan oleh akar untuk menempel pada akar. Proses ini telah dibuktikan dengan percobaan menanam bunga matahari pada kolam mengandung zat radio aktif di Chernobyl ukraina.
  3. *Phytostabilization* adalah penempelan zat-zat kontaminan tertentu pada akar yang tidak mungkin terserap ke dalam batang tumbuhan. Zat-zat tersebut menempel erat atau stabil pada akar sehingga tidak akan terbawa oleh aliran air dalam media.
  4. *Rhyzodegradetion* adalah penguraian zat-zat kontaminan oleh aktivitas mikroba yang berada disekitar akar tumbuhan, misalnya ragi, fungi dan bakteri.
  5. *Phytodegradetion* adalah proses yang dilakukan tumbuhan untuk menguraikan zat kontaminan yang mempunyai rantai molekul yang kompleks menjadi bahan yang tidakberbahaya dengan susunan molekul yang lebih sederhana yang dapat berguna bagi pertumbuhan tumbuhan itu sendiri. Proses ini dapat berlangsung pada daun, batang, akar atau diluar sekitar akar dengan bantuan enzim yang dikeluarkan oleh tumbuhan itu sendiri.
  6. *Phytovolatization* adalah proses menarik dan transpirasi zat kontaminan oleh tumbuhan dalam bentuk yang telah menjadi larutan terurai sebagai bahan yang tidak berbahaya lagi untuk selanjutnya diuapkan keatmosfir.[[23]](#footnote-23)

1. **Limbah**

Dalam suatu limbah, banyak terkandung zat pencemar yang berbahaya bagi lingkungan sekitar baik itu untuk air, tanah dan tanaman. Zat pencemar dalam suatu limbah mengandung zat-zat yang berbahaya, seperti ammonia, nitrit, nitrat maupun zat pencemar berbahaya lainnya. Hal tersebut tentu akan mempengaruhi kehidupan mikroorganisme air dan tanah serta juga merusak tanaman. Ditanah dan tanaman temperatur, kandungan cairan dan tingkat keasaman limbah cair sangat menggangu kehidupan mikroorganisme maupun tanaman. Di dalam perairan, limbah mampu untuk mematikan bakteri dan ikan-ikan yang ada didalam air, selain itu juga air limbah mampu meningkatkan kesuburan air yang dapat menghambat proses penjernihan air dan menurunkan kadar oksigen didalam air, Limbah di bagi dua macam yaitu limbah organik dan limbah anorganik.[[24]](#footnote-24)

1. **Limbah organik**

Limbah organik umumnya limbah yang dapat membusuk atau terdegradasi oleh mikroorganisme, sehingga bila dibuang keperairan akan mengakibatkan peningkatan mikroorganisme. Kadar BOD dalam hal ini akan naik, tidak menutupnya kemungkinan dengan bertambahnya mikroorganisme akan bertambah pula bakteri berupa pathogen, yang berbahaya bagi manusia. Demikian pula untuk buangan olahan bahan makanan yang sebenarnya adalah bahan buangan organik yang baunya lebih menyengat. Umunya buangan olahan makanan mengandung protein dan gugus amin, maka bila didegradasi akan terurai menjadi senyawa yang mudah menguap dan berbau busuk.[[25]](#footnote-25)

1. **Limbah Anorganik**

Limbah anorganik merupakan limbah buangan pabrik industri maupun rumah tangga yang sulit diuraikan. Biasanya zat-zat yang terkandung dalam limbah anorganik ini berupa logam, magnesium, tembaga dan lain-lain. Umumnya limbah anorganik ini bila dibuang ke lingkungan secara langsung tidak diolah terlebih dahulu akan mengakibatkan pencemaran lingkungan, begitupun jika di alirkan ke air tanpa proses penyaringan ataupun pengolahan terlebih dahulu akan mengakibatkan berkurangnya biota air serta berubahnya kualitas parameter air baik dilute maupun disungai. Limbah anorganik ini dapat berupa cair, gas maupun padat. [[26]](#footnote-26)

1. **Limbah cair**

Limbah cair bersumber dari pabrik yang biasanya banyak menggunakan air dalam proses produksinya. Disamping itu adapun bahan baku yang mengandung air, sehingga dalam proses pengolahannya air tersebut harus dibuang. Air ikutandalam proses pengolahan kemudian dibuang, misalnya ketika digunakan untuk mencuci suatu bahan sebelum diproses lanjut, pada air tersebut ditambahkan bahan kimia tertentu, kemudian diproses dan setelah itu dibuang. Air buangan ini yang akan menyebabkan terjadinya pencemaran pada sungai-sungai tempat pembuangannya.[[27]](#footnote-27)

Air dari pabrik membawa sejumlah padatan dan partikel, baik yang baru maupun yang mengendap. Bahan ini ada yang kasar dan ada yang halus. Kerap kali air buangan berwarna keruh dan bersuhu tinggi. Air limbah yang telah tercemar mempunyai ciri yang dapat diidentifikasikan secara visusal dari kekeruhan, warna, rasa, bau yang ditimbulkan dan indikasi lainnya. Sedangkan identifikasi laboratorium ditandai dengan perubahan sifat kimia air. Jenis industri yang menghasilkan limbah cair di antaranya adalah industri pulp dan rayon, pengolahan crumb rubber, besi dan baja, kertas, minyak goreng, tekstil, batu dan lain-lain.[[28]](#footnote-28)

1. **Limbah Tahu**

Tahu merupakan salah satu produk olahan kedelai yang telah lama dikenal dan banyak disukai masyarakat, karena harganya murah dan mudah didapat. Selain itu industri tahu juga ikut berperan dalam meningkatkan nilai gizi masyarakat, karena terbuat dari kadar protein nabati. Zat gizi utama yang terkandung dalam tahu adalah protein yang berbentuk gumpalan pada proses pembuatan tahu[[29]](#footnote-29)

Pada saat proses pembuatannya tahu dapat menghasilkan limbah berupa limbah padat dan cair, limbah padat tahu pada umumnya telah dapat ditanggulangi dengan memanfaatkannya sebagai bahan pembuatan oncom dan sering juga digunakan untuk bahan pakan ternak. Limbah cair nya berupa *whey* tahu.[[30]](#footnote-30)

Limbah cair tahu mengandung sejumlah besar karbohidrat, lemak dan protein. Limbah cair tahu juga dapat mencemari badan perairan karena mengandung kadar BOD, COD, TSS yang tinggi serta phosphor dan nitrogen. Limbah cair mengalami proses penguraian bahan-bahan organic yang dilakukan oleh bakteri, dimana dalam proses tersebut akan terbentuk senyawa-senyawa, berupa amonia, (NH3) yang juga turut mengundang bau menyengat pada limbah cair tahu [[31]](#footnote-31)

1. **Baku Mutu Lingkungan**

Baku mutu lingkungan hidup adalah ukuran batas atau kadar makhluk hidup, zat, energi atau komponen yang ada atau harus ada unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya dalam suatu sumber daya tertentu sebagai unsur lingkungan hidup. Jadi jika unsur-unsur pencemar suatu lingkungan sudah melewati batas baku mutu yang ditetapkan menurut undang-undang maka lingkungan tersebut dikatakan telah mengalami pencemaran. [[32]](#footnote-32)

Undang-Undang No.23 tahun 1997 menjelaskan bahwa pencemaran lingkungan hidup adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan komponen lain kedalam lingkungan hidup atau oleh kegiatan manusia sehingga kualitasnya turun sampai ketingkat tertentu yang menyebabkan lingkungan hidup tidak dapat berfungsi sesuai dengan untuk peruntukannya.[[33]](#footnote-33)

1. **Air dan Kehidupan**

Air adalah zat atau material atau unsur penting bagi semua bentuk kehidupan yang diketahui sampai saat ini di bumi, tetapi tidak di planet lain dalam sistem tata surya dan menutupi hampir 71% di permukaan bumi. Wujudnya bisa berupa cairan, es (padat) dan gas atau uap. Dengan kata lain dengan adanya air, maka bumi merupakan satu-satunya planet dalam tata surya yang memiliki kehidupan. Manusia dan semua mahkluk hidup lainnya membutuhkan air.[[34]](#footnote-34)

Air merupakan material yang membuat kehidupan terjadi dibumi. Menurut dokter dan ahli kesehatan, manusia wajib minum air putih mineral 2 lite (8 gelas/hari). Tumbuhan (flora) dan juga hewan (fauna) juga mutlak membutuhkan air. Tanpa air keduanya akan mati, sehingga dapat dikatakan air salah satu sumber kehidupan. Dengan kata lain air merupakan zat yang paling esensial dibutuhkan oleh makhluk hidup. Semua organisme yang hidup tersusun dari sel-sel yang berisi air sedikitnya 60% dan aktivitas metaboliknya mengambil tempat dilarutan air. Dapat disimpulkan bahwa untuk kepentingan manusia dan kepentingan komersial lainnya, ketersediaan air dari kualitas dan kuantitasnya mutlak diperlukan.[[35]](#footnote-35)

1. **Polusi Air**

Polusi air adalah penyimpangan sifat-sifat air dari keadaan normal, bukan dari kemurniaannya. Air yang tersebar dialam tidak pernah terdapat dalam bentuk murni, tetapi bukan berarti semua air sudah terpolusi. Air permukaan dan air sumur biasanya mengandung bahan-bahan metal terlarut seperti *Na, Mg, Ca*, dan *Fe*. Air yang mengandung komponen-komponen tersebut dalam jumlah tinggi disebut air *sadah.* Air yang tidak terpolusi tidak selalu merupakan air murni, tetapi air yang tidak mengandung bahan-bahan asing tertentu dalam jumlah melebihi batas yang ditetapkan sehingga air tersebut dapat digunakan secara normal untuk keperluan tertentu, misalnya untuk air minum, berenang/rekreasi, mandi, pengairan dan lain-lain. Adanya benda-benda asing yang mengakibatkan air tersebut tidak dapat digunakan secara normal disebut polusi. Karena kebutuhan makhluk hidup bervariasi, maka batasan polusi untuk berbagai jenis air juga berbeda.[[36]](#footnote-36)

Air yang terpolusi selalu mengandung padatan yang dapat dibedakan atas empat kelompok berdasarkan besar partikelnya dan sifat-sifat lainnya, terutama kelarutan yaitu : padatan terendap, tersuspensi, terlarut, minyak dan lemak. Dalam analisis air, selain padatan-padatan tersebut sering juga dilakukan analisis terhadap total padatan, yaitu semua padatan setelah airnya dihilangkan atau diuapkan. Padatan yang terdapat dalam air juga dapat dibedakan padatan organic dan anorganik.[[37]](#footnote-37)

1. **Indikator Pencemaran Air**

Indikator atau tanda bahwa air lingkungan telah tercemar adalah adanya perubahan atau tanda yang dapat diamati yang dapat digolongkan menjadi :

* + 1. Pengamatan secara fisik, yaitu pengamatan pencemaran air berdasarkan tingkat kejernihan air (kekeruhan), perubahan suhu, warna dan adanya perubahan warna, bau dan rasa.
    2. Pengamatan secara kimiawi, yaitu pengamatan pencemaran air berdasarkan zat kimia yang terlarut, perubahan pH.
    3. Pengamatan secara biologis, yaitu pengamatan pencemaran air berdasarkan mikroorganisme yang ada dalam air, terutama ada tidaknya bakteri patogen.

Indikator yang umum diketahui pada pemeriksaan pencemaran air adalah pH atau konsentrasi ion hidrogen, oksigen terlarut (*Dissolved Oxygen, DO*), kebutuhan oksigen biokimia (*Biochemiycal Oxygen Demand, BOD)* serta kebutuhan oksigen kimiawi (*Chemical Oxygen Demand, COD*).[[38]](#footnote-38)

1. **Parameter Kualiatas Air**

Tujuan dari mengukur parameter kualias air ini adalah untuk mengukur dan mendeteksi pengaruh suatu bahan pencemar terhadap air. Berikut ini beberpa parameter kualitas air :

* + 1. Turbuditas

Turbuditas atau kekeruhan pada dasarnya menunjukkan sifat optis air yang menunjukan terjadinya hambatan cahaya yang masuk kedalam air. Kekeruhan biasanya disebabkan oleh jasad renik ataupun zat-zat lainnya seperti halnya lumpur, plankton, zat-zat organik, senyawa limbah maupun benda-benda kecil lainnya yang melayang ataupun terapung didalam air. Kekeruhan sangat berpengaruh terhadap kualitas air karena, kekeruhan menyebabkan terjadinya penyerapan cahaya oleh air yang dapat menghambat proses penguraian dan oksidasi zat-zat organik yang ada di dalam air.[[39]](#footnote-39)

* + 1. TSS

TSS atau *Total Suspended Soled* disebabkan oleh partikel-partikel yang berukuran kecil yang dapat menyebabkan adanya kekeruhan dan tidak dapat terlarut didalam air. Contoh-contoh partikel-partikel di antaranya adalah zat-zat organik tertentu, koloid, tanah liat, mikroorganisme dan lain-lainnya. TSS pada suatu sampel air merupakan jumlah berat padatan yang tersuspensi dengan volume air dan dinyatakan dalam milligram perliter atau ppm.[[40]](#footnote-40)

* + 1. Suhu

Suhu pada dasarnya merupakan salah satu indikator dalam air yang dapat mempengaruhi tingkat konsentrasi oksigen terlarut dan tingkat kecepatan reaksi kimia. Suhu juga sangat berpengaruh terhadap adanya kehidupan di dalam air sehingga secara langsung suhu juga sangat berpengaruh terhadap keseimbangan ekosistem didalam air seperti ikan dan hewan lainnya.[[41]](#footnote-41)

* + 1. DO

DO atau *dissolved oksigen* merupakan salah satu tolak ukur untuk menentuken kualitas air dalam bentuk oksigen terlarut. DO dapat berasal dari proses fotosintesis tanaman air dan dari atmosfir yang masuk ke dalam air dan merupakan proses metabolisme atau pertukaran zat yang kemudian menghasilkan energi untuk pertumbuhan dan pembiakan. Tingkat konsentrasi oksigen biasanya berbeda-beda tergantung dari suhu dan tekanan atmosfir udara. Tingkat konsentrasi DO sangat berpengaruh terhadap kehidupan yang ada didalam air, kehidupan didalam air akan bertahan apabila tingkat konsentrasi DO mencapai 5 ppm.[[42]](#footnote-42)

* + 1. BOD

BOD atau *biochemical oxygen demand* menunjukkan jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh organisme hidup untuk memecah atau mengoksidasi bahan-bahan buangan di dalam air. Jadi nilai BOD tidak menunjukkan jumlah bahan organik yang sebenarnya, tetapi hanya mengukur secara relatif jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan-bahan buangan tersebut, tetapi untuk sudahnya dapat juga diartikan sebagai gambaran jumlah bahan organik mudah di urai diperairan tersebut. Jika konsumsi oksigen tinggi yang ditunjukkan dengan semakin kecilnya sisa oksigen terlarut, maka berarti kandungan bahan-bahan buangan membutuhkan oksigen tinggi. [[43]](#footnote-43)

* + 1. COD

COD atau *Chemical Oxygen Demand* adalah banyaknya oksigen dalam ppm atau mg/l yang dibutuhkan untuk menguraikan bahan organic secara kimiawi didalam suatu perairan. Uji COD biasanya menghasilkan nilai kebutuhan oksigen yang lebih tinggi dari pada uji BOD. Karena bahan-bahan yang stabil terhadap reaksi biologi dan mikroorganisme dapat ikut teroksidasi dalam uji COD.[[44]](#footnote-44)

1. **Eceng Gondok**

Tumbuhan eceng gondok merupakan gulma perairan, karena pertumbahan nya yang begitu cepat. Hidup terapung pada air yang dalam, eceng gondok banyak ditemukan di sungai-sungai dan kolam-kolam ikan. Eceng gondok dapat berkembang biak secara generatif dan vegetatif. Perkembangbiakan secara vegetative berkembang sangat cepat, dapat melipat ganda dua kali dalam waktu 7-10 hari.[[45]](#footnote-45)



gambar 1. Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipes)*

Dalam sistematika tumbuhan (taksonomi), eceng gondok diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom : Plantae

Divisio : Tracheophyta

Sub Divisio : Embryophyta

Kelas : Magnoliopsida

Ordo : Commelinales

Family : Pontederiaceae

Genus : Eichhornia Kunth

Spesies : *Eichhornia Crassipes*

Tumbuhan eceng gondok merupakan gulma perairan, karena pertumbahan nya yang begitu cepat. Hidup terapung pada air yang dalam, eceng gondok banyak ditemukan di sungai-sungai dan kolam-kolam ikan. Eceng gondok dapat berkembang biak secara generative dan vegetative. Perkembang biakan secara vegetative berkembang sangat cepat, dapat melipat ganda dua kali dalam waktu 7-10 hari.[[46]](#footnote-46)

Eceng gondok sangat peka terhadap keadaan yang unsur haranya didalam air kurang mencukupi tetapi mempunyai respon terhadap konsentrasi unsur hara yang tinggi. Akar eceng gondok berupa serabut yang penuh dengan bulu akar, tudung akarnya berwarna merah. Bulu-bulu akar berfungsi sebagai pegangan atau jangkar, dan sebagian besar berguna untuk mengabsorsi zat-zat makanan dalam air. Pemanfaatan tumbuhan eceng gondok pada pengolahan air limbah telah banyak dilakukan. Eceng gondok mempunyai kemampuan menyerap unsur hara, senyawa organik dan unsur kimia lain dari air limbah dalam jumlah yang besar.[[47]](#footnote-47)

Eceng gondok merupakan salah satu tanaman air yang mampu mengikat logam berat (zat berbahaya) dikarenakan sistem perakarannya berakar serabut dan jumlahnya relatif lebat karena banyaknya bulu-bulu akar, sehingga mampu mengurangi zat berbahaya pada limbah tanaman eceng gondok dapat menstabilkan parameter air..[[48]](#footnote-48)

Tanaman eceng gondok dapat digunakan untuk menghilangkan polutan karena fungsinya sebagai system filtrasi biologis, menghilangkan nutrient mineral. Menhilangkan jenis-jenis logam seperti merkuri,, timah, kadnium dan nikel. Biomassa eceng gondok dan akar eceng gondok yang semakin panjang berbanding lurus dengan semakin besarnya nilai efisiensi penurunan konsentrasi limbah air kopi. Hal tersebut menunjukan bahwa tanaman eceng gondok merupakan tanaman yang mempu mereduksi kandungan zat berbahaya pada limbah cair.

1. **Kangkung**

Kangkung merupakan tumbuhan air yang sering digunakan untuk sayur, Kangkung air (*Ipomoea aquatica*) merupakan tanaman air yang banyak ditemukan di beberapa wilayah Asia Tenggara, India dan Cina bagian Tenggara. Tanaman ini tumbuh dengan cara merambat dan dapat mengapung di atas air.

****

Gambar 2. Kangkung (*Ipomoea aquatica)*

Dalam sistematika tumbuhan (taksonomi), kangkung diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom : Plantae

Division : Spermatophyta

Sub Divisio : Angiospermae

Kelas : Dicotyledoneae

Ordo : Convolvulales

Family : Convolvulacea

Genus : Ipomeae

Spesies : *Ipomoea aquatica*

*Ipomoea aquatica* memiliki daun panjang, ujung agak tumpul, berwarna hijau tua, bunga putih kekuningan atau kemerah-merahan, sedangkan *Ipomoea reptans* memiliki daun panjang, ujung agak runcing, warna hijau keputih-putihan dan bunga putih. Kangkung merupakan tanaman menetap yang dapat tumbuh lebih dari satu tahun, di dataran rendah sampai dataran tinggi 2000 m di atas permukaan laut. Kangkung air termasuk tanaman yang mampu melakukan adaptasi dengan baik pada kondisi tanah atau lingkungan dengan kisaran toleransi yang luas. Tanaman kangkung dapat tumbuh pada kondisi dengan sumber nitrogen sangat terbatas.[[49]](#footnote-49)

Kangkung air dapat mengurangi pencemaran limbah roti, tekstil, industri dan obat-obatan. Tanaman air khususnya kangkung merupakan tanaman yang dapat memanfaatkan kandungan nutrient buruk suatu perairan untuk dimanfaatkan dalam proses hidupnya. Tumbuhan kangkug air dapat menghasilkan oksigen dan menyerap nutrient yang masuk ke perairan seperti nitrogen dan fosfor. Hal tersebut yang membuat tumbuhan kangkung dapat digunakan untuk fitoremediasi.[[50]](#footnote-50)

**Bagan I. Kerangka Pikir**

Adanya industri tahu yang membuang limbahnya secara langsung ke sungai

Menyebabkan penurunan kualitas air sungai dan menimbulkan dampak negatif bagi masyarakat yang tinggal disekitar dekat pabrik tahu

Sehingga diperlukan suatu sistem pengolahan limbah yang selain murah dan mudah diterapkan, juga dapat memberikan hasil yang optimal dapat mengurangi tingkat persentase limbah industri yang dialirkan kesungai.

Fitoremidiasi merupakan metode penanganan limbah secara alami dengan memanfaatkan tumbuhan-tumbuhan sebagai media penyalur untuk mengurangi zat berbahaya yang ada didalam limbah. Biasanya tumbuhan yang akan digunakan berupa tumbuhan air seperti eceng gondok dan kangkung

Aklimatisasi tumbuhan eceng gondok dan kangkung

Pengambilan Sampel

Fitoremidiasi limbah dengan tumbuhan eceng gondok dan kangkung

Melakukan pengamatan penurunan kadar limbah dan mencatat hasilnya

Menganalisis data

Membuat kesimpulan

**BAB III**

**METODE PENELITIAN**

1. **Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian ini dilakukan pada bulan april 2018 di laboratorium Politeknik Negeri Lampung. Pengambilan sampel limbah dilakukan pada Industri tahu yang ada dikampung Sawah Brebes Tanjung Karang Timur.

1. **Jenis Penelitian**

Penelitian ini merupakan penelitian Deskriptif dengan simulasi. Penelitian deskriptif adalah penelitian yang tujuannya untuk menggambarkan atau menjelaskan dengan lengkap, faktual dan akurat mengenai fakta dan sifat populasi tertentu.[[51]](#footnote-51)

Simulasi adalah suatu cara untuk menduplikasi atau menggambarkan ciri, tampilan, dan karakteristik dari suatu sistem nyata. Ide awal dari simulasi adalah untuk meniru situasi dunia nyata secara matematis kemudian mempelajari sifat dan karakter operasionalnya lalu dibuat kesimpulan berdasarkan hasil dari simulasi.[[52]](#footnote-52)

1. **Alat dan Bahan Penelitian**
2. Alat.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat tulis, pisau, timbangan digital, Erlenmeyer, pipet ukur, pipet tetes, kuvet gelas ukur 50 ml dan 10 ml, oven, bak untuk membuat kolam buatan, pH meter, kertas saring, Termometer, turbidimeter, botol/ plastik sampel, reactor COD H1 83900, dan inkubator.

1. Bahan.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu air limbah tahu, eceng gondok (*Eichornia crassipes*), kangkung (*Ipomea Aquatica*), aquades, larutan 0.025 N, air pengencer, spektometer dan reagen COD HR (*High Range*).

1. **Cara Kerja**

Pada penelitian metode yang digunakan ialah Deskriptif dengan Simulasi.

1. **Persiapan Media**

Media yang akan digunakan berupa Bak dengan ukuran 10 liter dengan lebar 23 cm dan panjang 9 cm sebanyak 4 buah. Hal pertama yang dilakukan yaitu menentukan lokasi untuk meletakkan bak agar dapat terkena sianar matahari. Kemudian lakukan aklimatisasi tumbuhan eceng gondok dan kangkung terlebih dahulu selama 1 minggu dengan menggunakan air sumur. Aklimatisasi ini dilakukan untuk tumbuhan menyesuaikan diri dengan lingkungan tempat tumbuh yang baru.[[53]](#footnote-53)

Setelah dilakukan aklimatisasi selanjutnya air yang digunakan untuk aklimatisasi dibuang dan digantikan dengan air limbah tahu masing-masing sebanyak 10 liter. lalu tumbuhan ditimbang dengan berat eceng gondok 400 gram, kangkung 400 gram serta eceng gondok dan kangkung masing-masng 200 gram. [[54]](#footnote-54)

setelah tumbuhan ditimbang lalu masukkan masing-masing tumbuhan tersebut kedalam bak-bak yang telah berisi limbah tahu. Sebelum dan sesudah perlakuan air limbah diukur kadar suhu, pH , TSS, BOD, COD, Amonia, Nitrat dan Phospat untuk dilakukan perbandingan.

1. **Desain penelitian**

Berikut adalah desain penelitian :

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| P4 | E:\intan alibasir\foto penelitian\IMG20180601154549.jpg | Limbah cair tahu sebanyak 10 liter yang tidak diberi perlakuan dan dijadikan control |
| P1 | E:\intan alibasir\foto penelitian\IMG20180601154544.jpg | Limbah cair tahu sebanyak 10 liter yang diberi tumbuhan eceng gondok sebanyak 400 gram |
| P2 | E:\intan alibasir\foto penelitian\IMG20180601154535.jpg | Limbah cair tahu sebanyak 10 liter yang diberi tumbuhan kangkung sebanyak 400 gram |
| P3 | E:\intan alibasir\foto penelitian\IMG20180601154540.jpg | Limbah cair tahu sebanyak 10 liter yang diberi tumbuhan eceng gondok 200 gram + kangkung 200 gram |

1. **Pengamatan kualitas air**

Pengamatan yang dilakukan meliputi: parameter kualitas air, seperti suhu, pH, TSS, BOD,COD, Amonia, Nitrat, Phospat.

1. Suhu

Pengukuran suhu dilakukan dengan menggunakan termometer. pengukurannya dilakukan pada saat sebelum air diberi tumbuhan air dan sesudah diberi tumbuhan air.[[55]](#footnote-55)

1. Nilai pH

Alat yang akan digunakan untuk mengukur pH adalah pH meter. Water cheker dengan cara memasukkan alat kedalam air sesuai dengan teknis pemakaian.[[56]](#footnote-56)

1. TSS (Total Padatan Tersuspensi)

Memanaskan filter kertas didalam oven pada suhu C selama 1 jam, kemudian didinginkan didalam desikator selama 15 menit dan ditimbang. Pemanasan perlu dilakukan ulang untuk mendapat berat yang konstan, atau kehilangan berat sesudah pemanasan ulang kurang dari 0,5 mg. Mengambil sampel limbah yang telah dikocok merata sebanyak 100 ml dengan menggunakan pipet dan menuangkan sampel limbah kedalam alat penyaring dan kemudian disaring dengan vakum. Memasukkan filter kertas dan cawan kedalam oven untuk dipanaskan pada suhu C selama 1 jam. Pemanasan dilakukan berulang untuk mendapatkan berat yang konstan atau berkurangnnya berat sesudah pemanasan ulang kurang dari 0,5 mg.

Perhitungan : TSS =

Keterangan :

a = berat filter dan residu sesudah pemanasan C (mg).

b = berat filter kering (sesudah dipanaskan C) (mg).

c = sampel (ml).[[57]](#footnote-57)

1. BOD (jumlah oksigen terlarut)

Memasukkan sampel limbah cair pada botol winkler tanpa udara hingga penuh. Tambahkan 2 ml larutan 40%, dan mendiamkan larutan selama beberapa menit untuk menghomogenkan. Tambahakan 2 ml alkali iodida azida, kemudian mendiamkan hingga muncul endapan berwarna coklat dan memindahkan larutan kedalam gelas kimia kemudian dikocok. Tambahkan 2 ml pekat hingga endapan larut, lalu mengambil 100 ml dan memindahkan larutan kedalam Erlenmeyer. Larutan yang berada didalam Erlenmeyer siap untuk dititrasi dengan larutan 0.025 N. Tambahkan indicator amilum dan melanjutkan kembali dengan titrasi hingga warna biru hilang, kemudian catat volume titrasi.

Perhitungan : =

Keterangan :

= mg / liter .

= DO (oksigen terlarut) sampel pada saat t = 0 (mg / liter).

= DO sampel pada saat t = 5 hari (mg / liter).

= DO blanko pada saat t = 0 (mg / liter).

= DO blanko pada saat t = 5 hari (mg / liter).

= derajat pengenceran.[[58]](#footnote-58)

1. COD (oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi)

Membuat blonko dengan cara menambahkan 2 ml aquades ke dalam tabung reagent HR (*Hard Range*) kemudian ditutup rapat dan dikocok. Kemudian untuk membuat sampel, 2ml limbah cair ditambahkan kedalam tabung reagent HR (*Hard Range*) kemudian ditutup rapat dan dikocok. Panaskan tabung blanko dan sampel tersebut selama 2 jam dengan menggunakan COD reactor pada suhu C. Kemudian setelah pemanasan selesai, tabung sampel tersebut didinginkan dalam suhu ruangan hingga mencapai suhu ruangan. Tuangkan sampel tersebut ke dalam kuvet dan kemudian melakukan pembacaan dengan spektrofotometri.[[59]](#footnote-59)

1. **Analisis Data**

**Analisis Efisiensi Data Pengamatan**

Analisis efisiensi data merupakan perhitungan nilai data yang efisien berdasarkan penurunan dan peningkatan dari masing-masing parameter air selama pengamatan.Variabel pengamatan meliputi suhu, pH, TSS, BOD, COD, nitrat dan phospat. Perhitungan nilai efisiensi data hasil pengamatan dari parameter yang diuji dapat dihitung menggunakan persamaan berikut .

Keterangan :

= Nilai Efisiensi (%)

= Nilai Parameter Sebelum Perlakuan

= Nilai Parameter Setelah Perlakuan[[60]](#footnote-60)

1. **Alur Kerja Penelitian**

Alur kerja pada penelitian ini sebagai berikut :

Study literatur

Observasi pengambilam sampel limbah

Analisis data

Pengamatan dilakukan sebelum diberi perlakuan dan sesudah diberi perlakuan

Pengukuran pH, suhu, tss, BOD, COD, amonia, nitrat dan phospat dilakukan pada setiap sampel limbah

Limbah diberi eceng gondok dan kangkung

Limbah yang hanaya diberi kangkung

Limbah yang hanya diberi eceng gondok

Limbah yang tidak diberi tumbuhan

Aklimatisasi Tumbuhan

Pengambilan Limbah cair tahu

Hasil dan pembahasan

kseimpulan

**BAB IV**

**HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

1. **Hasil Penelitian**

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan tentang Fitoremidiasi Limbah Tahu Dengan Sistem Simulasi Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*) Dan Kangkung Air (*Ipomoea Aquatica*) dengan menggunakan 3 perlakuan dan 1 kontrol, dimana ke-3 perlakuan tersebut menggunakan tumbuhan yang pertama limbah yang ditanamkan dengan eceng gondok (P1) yang kedua limbah yang ditanamkan dengan kangkung (P2) yang ketiga limbah yang ditanam dengan eceng gondok dan kangkung (P3) serta 1 sampel limbah dijadikan kontrol (P0). Waktu yang digunakan untuk penanaman yaitu selama 1 minggu dan limbah yang digunakan dalam penelitian ini yaitu limbah cair tahu. Berikut hasil dari parameter air limbah tahu yang telah diberi perlakuan.

**Tabel 4.1**

**Hasil perhitugan penurunan suhu air limbah tahu dengan menggunakan perhitungan analisis efisiensi**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| No | perlakuan | Sebelum Perlakuan | Setelah Perlakuan | Efisiensi Penurunan |
| 1 | P0 | 31 °C | 30 °C | 3.3% |
| 2 | P1 | 31 °C | 29 °C | 6.45% |
| 3 | P2 | 31 °C | 29 °C | 6.45% |
| 4 | P3 | 31 °C | 29 °C | 6.45% |

Berdasarkan tabel 4.1 diketahui bahwa P0 suhu awal air limbah tahu sebesar 31°C, kemudian hasil akhir suhu mengalami penurunan menjadi 30°C, sehingga efisiensi penurunan suhu sebesar 3.3%, untuk parameter suhu P1, P2, P3 sebelum diberi perlakuan sebesar 31°C, kemudian setelah diberi perlakuan, suhu mengalami penurunan menjadi 29°C, sehingga efisiensi penurunan suhu sebesar 6.45%.

**Tabel 4.2**

**Hasil perhitungan penurunan pH air limbah tahu dengan menggunakan perhitungan analisis efisiensi**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| No | perlakuan | Sebelum Perlakuan | Baku mutu limbah cair tahu | Setelah perlakuan | Efisiensi Penurunan |
| 1 | P0 | 8 | 6-9 | 7.5 | 6.25% |
| 2 | P1 | 8 | 6-9 | 6 | 25% |
| 3 | P2 | 8 | 6-9 | 6.5 | 18.75% |
| 4 | P3 | 8 | 6-9 | 6.5 | 18.75% |

Berdasarkan table 4.3 diketahui bahwa P0 8, kemudian hasil akhir berubah menjadi 7.5, sehingga efisiensi penurunan sebesar 6.25%, P1 sebelum diberi perlakuan sebesar 8, kemudian setelah diberi perlakuan berubah menjadi 6, sehingga efisiensi penurunan pH sebesar 25%, P2 sebelum diberi perlakuan sebesar 8, kemudian setelah diberi perlakuan berubah menjadi 6.5, sehingga efesiensi penurunan pH sebesar 18.75%, parameter P3 sebelum diberi perlakuann sebesar 8, kemudian setelah diberi perlakuan berubah menjadi 6.5, sehingga efisiensi penurunan pH sebesar 18.75%.

**Tabel 4.3**

**Hasil perhitungan penurunan TSS air limbah tahu dengan menggunakan perhitungan analisis efisiensi**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| No | perlakuan | Sebelum Perlakuan | Baku mutu limbah cair tahu | Setelah perlakuan | Efisiensi Penurunan |
| 1 | P0 | 1,247.00 mg/l | 200 mg/l | 783.45 mg/l | 37% |
| 2 | P1 | 1,247.00 mg/l | 200 mg/l | 185.38 mg/l | 85% |
| 3 | P2 | 1,247.00 mg/l | 200 mg/l | 189.54 mg/l | 84% |
| 4 | P3 | 1,247.00 mg/l | 200 mg/l | 197.57 mg/l | 84% |

Berdasarkan table 4.4 diketahui bahwa P0 awal air limbah tahu sebesar 1,247.00 mg/l, kemudian hasil akhir TSS berubah menjadi 783.45 mg/l, sehingga efisiensi penurunan TSS sebesar 37%, P1 sebelum diberi perlakuan sebesar 1,247.00 mg/l, kemudian setelah diberi perlakuan berubah menjadi 185.38 mg/l, sehingga efisiensi penurunan TSS sebesar 85%, P2 sebelum diberi perlakuann sebesar 1,247.00 mg/l, kemudian setelah diberi perlakuan berubah menjadi 189.54mg/l, sehingga efisiensi penurunan TSS sebesar 84%, P3 sebelum diberi perlakuan sebesar 1,247.00 mg/l, kemudian setelah diberi perlakuan berubah menjadi 197.57 mg/l, sehingga efisiensi penurunan TSS sebesar 84%.

**Tabel 4.4**

**Hasil perhitungan penurunan BOD air limbah tahu dengan menggunakan perhitungan analisis efisiensi**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| No | perlakuan | Sebelum Perlakuan | Baku mutu limbah cair tahu | Setelah perlakuan | Efisiensi Penurunan |
| 1 | P0 | 1,285.43 ppm | 150 mg/l | 857.54 ppm | 31% |
| 2 | P1 | 1,285.43 ppm | 150 mg/l | 152.33 ppm | 87% |
| 3 | P2 | 1,285.43 ppm | 150 mg/l | 147.23 ppm | 88% |
| 4 | P3 | 1,285.43 ppm | 150 mg/l | 149.53 ppm | 88% |

Berdasarkan table 4.5 diketahui bahwa P0 awal air limbah tahu sebesar 1,285.43 ppm, kemudian hasil akhir berubah menjadi 857.54 ppm, sehingga efisiensi penurunan BOD sebesar 31%, P1 awal air limbah tahu sebesar 1,285.43 ppm, kemudian hasil akhir berubah menjadi 152.33 ppm, sehingga efisiensi penurunan BOD sebesar 87%, P2 awal air limbah tahu sebesar 1,285.43 ppm, kemudian hasil akhir berubah menjadi 147.23 ppm, sehingga efisiensi penurunan BOD sebesar 88%, P3 awal air limbah tahu sebesar 1,285.43 ppm, kemudian hasil akhir berubah menjadi 149.53 ppm, sehingga efisiensi penurunan BOD sebesar 88%.

**Tabel 4.5**

**Hasil perhitungan penurunan COD air limbah tahu dengan menggunakan perhitungan analisis efisiensi**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| No | perlakuan | Sebelum Perlakuan | Baku mutu limbah cair tahu | Setelah perlakuan | Efisiensi Penurunan |
| 1 | P0 | 1,582.00 ppm | 300 mg/l | 1,362.53 ppm | 13% |
| 2 | P1 | 1,582.00 ppm | 300 mg/l | 285.35 ppm | 89% |
| 3 | P2 | 1,582.00 ppm | 300 mg/l | 298.42 ppm | 81% |
| 4 | P3 | 1,582.00 ppm | 300 mg/l | 302.82 ppm | 81% |

Berdasarkan table 4.6 diketahui bahwa P0 awal air limbah tahu sebesar 1,582.00 ppm, kemudian hasil akhir COD berubah menjadi 1,362.53 ppm, sehingga efisiensi penurunan COD sebesar 13%, P1 awal air limbah tahu sebesar 1,582.00 ppm, kemudian hasil akhir berubah menjadi 285.35 ppm, sehingga efisiensi penurunan COD sebesar 89%, P2 awal air limbah tahu sebesar 1,582.00 ppm, kemudian hasil akhir berubah menjadi 298.42 ppm, sehingga efisiensi penurunan COD sebesar 81%, P3 awal air limbah tahu sebesar 1,582.00 ppm, kemudian hasil akhir berubah menjadi 302.82 ppm, sehingga efsiensi penurunan COD sebesar 81%.

1. **Pembahasan**

Berdasarkan data-data yang diperoleh, diketahui bahwa penelitian ini merupakan penelitian deskriptif dengan mengukur kadar suhu, pH, TSS, BOD. Masing-masing parameter diukur selama satu minggu dengan beberapa perlakuan menggunakan tumbuhan eceng gondok dan kangkung air.

Berikut adalah pembahasan dari hasil penelitian yang telah dijabarkan.

1. Suhu

Suhu merupakan salah satu parameter yang sangat penting dan mempunyai pengaruh terhadap aktivitas biota dan mikroorganisme yang ada diperairan.Suhu sangat berpengaruh terhadap adanya kehidupan didalam air sehingga secara langsung suhu juga berpengaruh terhadap keseimbangan oksigen didalam air.[[61]](#footnote-61)

Pengukuran suhu dilakukan dengan menggunakan termometer, pengukurannya dilakukan pada saat sebelum air diberi tumbuhan air atau perlakukan dan sesudah diberi tumbuhan air atau sesudah diberikan perlakuan.

**Grafik 4.6 hasil perhitungan efisiensi suhu**

Terjadinya penurunan suhu pada limbah P0,P1, P2,P3 dikarenakan keadaan suhu lingkungan akibat cuaca pada saat perlakuan. Suhu rata-rata P0, P1, P2, P3 yaitu 29°C-30°C. suhu tersebut masih dalam batas normal tumbuhan untuk tumbuh yaitu berkisar 10°C-30°C.[[62]](#footnote-62)

Disisi lain peningkatan suhu perairan secara alami sedikit diatas suhu normal akan memicu pertumbuhan mikroorganisme. Hal ini dapat berdampak pada penyerapan oksigen terlarut yang menjadi pembatas bagi pertumbuhan dan aktivitas mikroorganisme. Semakin tinggi suhu air limbah maka semakin besar pula jumlah oksigen terlarut yang dikonsumsi oleh mikroorganisme yang dapat menyebabkan mikroorganisme aerob mati karena oksigen terlarut yang dikonsumsi akan habis dan digantikan oleh mikroba anerob yang akan menimbulkan bau busuk.[[63]](#footnote-63)

1. Nilai pH

pH merupakan tingkatan untuk melihat derajat keasaman air. pH merupakan kolagaritma dari aktivitas ion hidrogen (H+) yang terlarut dan mempunyai skala 0-14.Alat yang digunakan untuk mengukur pH adalah pH meter, water cheker dengan cara memasukkan alat kedalam air sesuai dengan teknis pemakaian.[[64]](#footnote-64)

**Grafik 4.7 hasil perhitungan efisiensi pH**

Dari hasil pengamatan pH awal limbah cair tahu yaitu 8 nilai pH P0, P1, P2, P3 yaitu 6-7,5. Nilai pH tersebut sebelum dan sesudah diberi perlakuan, nilai pH nya sudah sesuai dengan PP.LH. NO. 15 Tahun 2008 tentang baku mutu air limbah bagi usaha dan kegiatan pengolahan kedelai, yaitu berkisar pH 6-9.

Menurut penelitian suryadi dkk mengatakan bahwa nilai pH dapat mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman apabila nilainya >4 karena tumbuhan baru dapat hidup pada suatu tempat dengan nilai pH>4 karena dapat bertoleransi terhadap pH yang ditetapkan oleh peraturan pemerintah.[[65]](#footnote-65)

Terjadinya penurunan nilai pH pada P0, P1, P2, P3 disebabkan keadaan pH lingkungan. Karena pada saat penelitian tempat yang digunakan untuk meletakkan limbah yang diberi perlakuan atau tidak diletakkan ditempat terbuka sehingga dapat mengakibatkan terjadinya proses respirasi yang akan meningkatkan jumlah karbondioksida, sehingga mengakibatkan nilai pH menurun.[[66]](#footnote-66)

1. TSS (*Total Suspended Solid*)

TSS merupakan kandungan padatan yang tidak dapat terlarut yang ada didalam air yang disebabkan oleh partikel-partikel kecil organik maupun non-organik yang dapat menyebabkan adanya kekeruhan pada air. TSS pada suatu sampel dapat dinyatakan dalam mg/l atau ppm.[[67]](#footnote-67)

**Grafik 4.8 hasil perhitungan efisiensi TSS**

Dari hasil tersebut dapat kita lihat bahwa perlakuan yang diberikan, setiap tumbuhan yang ditanamkan baik itu eceng gondok atau kangkung air berperan menurunkan angka TSS sebesar 84%-85%, sedangkan air limbah tahu yang tidak diberikan perlakuan juga mengalami penurunan sebesar 37% yang mana belum mencukupi standar yang ditetapkan oleh pemerintah, berbeda dengan air limbah tahu yang diberi perlakuan P1, P2 dan P3 yang mana air limbah ini masuk dalam PP.LH. NO. 15 Tahun 2008 tentang baku mutu air limbah bagi usaha dan/kegiatan pengolahan kedelai yaitu 200 mg/l.

Penurunan nilai TSS pada P1, P2, P3 ini disebabkan oleh penyerapan akar tanaman dan penguraian oleh mikroorganisme. Hal ini menunjukkan bahwa jumlah densitas tumbuhan air seperti eceng gondok dan kangkung sangat berpengaruh terhadap penurunan nilai TSS, dimana semakin tinggi jumlah tumbuhan air maka akan semakin menurunkan nilai TSS pada limbah.[[68]](#footnote-68)

Penurunan nilai TSS terbesar terjadi pada P1 dimana perlakuan ini menggunakan eceng gondok hal ini disebabkan akar eceng gondok dapat menyerap air dan memecah senyawa organik dan partikel-partikel yang terkandung dalam air yang sudah tercemar oleh limbah tahu tersebut pada saat proses aerasi.[[69]](#footnote-69)

1. BOD *(Biochemical Oxygen Demand)*

BOD atau *biochemical oxygen demand* menunjukkan jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh organisme hidup untuk memecah atau mengoksidasi bahan-bahan buangan organik di dalam air, pemecahan bahan-bahan buangan ini diartikan bahwa bahan organik ini digunakan oleh organisme sebagai bahan makanan dan energinya diperoleh dari proses oksidasi yaitu penguraian bahan organik oleh mikroorganisme menyangkut reaksi oksidasi dengan hasil akhir karbondioksida (CO2) dan air (H2O).[[70]](#footnote-70)

. **Grafik 4.9 hasil perhitungan efisiensi BOD**

Penurunan kadar BOD yang tertinggi adalah limbah yang ditanami kangkung air (P2) yaitu sebesar 88%, hal ini menunjukan bahwa adanya pengaruh waktu tinggal yang mempengaruhi efisiensi penyisihan pencemar. Efisiensi penyisihan pencemar bergantung pada konsentrasi dan lamanya waktu serta banyaknya tumbuhan air yang digunakan. Tingkat permeabilitas media tersebut sangat berpengaruh terhadap waktu detensi air limbah, dimana waktu detensi yang cukup akan memeberikan kesempataan kontak antara mikroorganisme dengan air limbah, sehingga semakin lama waktu tinggal maka semakin tinggi efisiensi penyisihan pencemarannya.[[71]](#footnote-71)

Penurunan kadar BOD pada limbah air limbah tahu yang diberi perlakuan eceng gondok dan kangkung air lebih besar dari yang tidak menggunakan eceng gondok dan kangkung air. Hal ini disebabkan eceng gondok dan kangkung air dapat mempercepat pengupan air melalui proses evapotranspirasi. Proses evapotranspirasi yang terjadi akan mendukung laju pengambilan unsur hara yang dibutuhkan dalam proses fotosintesis melalui mekanisme penyerapan air melalui bulu-bulu akarnya. [[72]](#footnote-72)

Akivitas fotosintesis yang tinggi, akan menghasilkan oksigen yang tinggi pula, sehingga oksigen terlarut dalam limbah cair akan meningkat. Eceng gondok dan kangkung air akan mensuplai oksigen kedalam air melalui akar dan menambah jumlah oksigen terlarut dalam air limbah sehingga akan memacu kerja mikroorganisme dalam menguraikan senyawa-senyawa pencemar.[[73]](#footnote-73)

Dilihat dari nilai akhir BOD,air limbah tahu yang tidak diberikan perlakuan juga mengalami penurunan sebesar 37% yang mana belum mencukupi standar yang ditetapkan oleh pemerintah, berbeda dengan air limbah tahu yang diberi perlakuan P1, P2 dan P3 yang mana air limbah ini masuk dalam PP.LH. NO. 15 Tahun 2008 tentang baku mutu air limbah bagi usaha dan/kegiatan pengolahan kedelai yaitu 150 mg/l.

1. COD (*Chemical Oxygen Demand*)

COD atau *Chemical Oxygen Demand* adalah banyaknya oksigen dalam ppm atau mg/l yang dibutuhkan untuk menguraikan bahan organik secara kimiawi didalam suatu perairan.Uji COD biasanya menghasilkan nilai kebutuhan oksigen yang lebh tinggi dari pada uji BOD.[[74]](#footnote-74)

**Grafik 4.10 hasil perhitungan efisiensi COD**

Penurunan kadar COD yang tertinggi adalah limbah yang diberi tumbuhan eceng gondok P1. Hal ini dikarenakan oksigen dalam air tersebut telah dipenuhi oleh akar-akar eceng gondok melalui proses fotosintesis tanaman tersebut yang ternyata ikut membantu memenuhi kebutuhan oksigen bagi mikroorganisme perombak yang nantinya akan menurunkan konsentrasi air limbah sehingga limbah tahu dapat dibuang ke lingkungan sekitar yang memiliki tanaman eceng gondok sebagai medianya.[[75]](#footnote-75)

Hasil tersebut tidak berbeda jauh dengan penelitian yang dilakukan oleh Beata pada tahun 2010. Dimana pada penelitian dengan judul Penurunan COD Limbah Tahu Dengan Biofilter Media Kerikil, menunjukkan bahwa efisiensi penurunan konsentrasi COD paling besar 89.98% pada waktu tinggal 96 jam dengan debit influent 26 ml/l. Pada penelitian ini efektif mengubah pH menjadi netral, selain itu efisiensi COD dengan pengolahan biofilter anaerob dapat mencapai 76.24%-87-90%.[[76]](#footnote-76)

Adapun menurut PP.LH. NO. 15 Tahun 2008 tentang baku mutu air limbah bagi usaha dan/kegiatan pengolahan kedelai yaitu 150 mg/l. Dari data penelitan tersebut terlihat bahwa tanaman eceng gondok memiliki penurunan COD yang tinggi di banding tanaman kangkung.

1. Karakteristik Tumbuhan

Pada penelitian ini tumbuhan eceng gondok mati hal ini disebabkan oleh kemampuan dan kapasitasnya dalam melakukan proses nya pada *fitodegradasi* dan *fitoakumulasi*, fitodegradasi merupakan dimana penyerapan kontaminan oleh akar yang kemudian dirombak menjadi zat organic yang tidak beracun, serta fitoakumulasi merupakan penyerapan kontaminan yang bersamaan dengan nutrient dan air agar diendapkan pada bagian-bagian tanaman kedua proses ini akan terjadi jika eceng gondok masih hidup, namun senyawa yang berat racunnya tidak dapat dirombak dan tetap diendapkan pada bagian-bagian tanaman, hal inilah yang dapat mebuat tanaman eceng gondok mati karena bagian tanaman eceng gondok tidak dapat menyerap racun.[[77]](#footnote-77)

Sedangkan pada penelitian ini tumbuhan kangkung tidak mati hal ini disebabkan Tumbuhan kangkug air dapat menghasilkan oksigen dan menyerap nutrient yang masuk ke perairan seperti nitrogen dan fosfor. Kangkung air termasuk tanaman yang mampu melakukan adaptasi dengan baik pada kondisi tanah atau lingkungan dengan kisaran toleransi yang luas. Tanaman kangkung dapat tumbuh pada kondisi dengan sumber nitrogen sangat terbatas.[[78]](#footnote-78)

**BAB V**

**KESIMPULAN DAN SARAN**

1. **Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan dan pembahasan pada bab sebelumnya makan dapa disimpulkan sebagai berikut :

Tanaman eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) dan kangkung air (*Ipomoea aquatica*) dapat melakukan fitoremidiasi terhadap limbah cair tahu sebesar 80% -88 % sehingga nilai parameter air seperti suhu, pH, COD, BOD serta TSS nilai nya sesuai dengan peraturan pemerintah PP.LH. NO. 15 Tahun 2008 tentang baku mutu air limbah bagi usaha dan/kegiatan pengolahan kedelai.

1. **Saran**

Berdasarkan kesimpulan yang telah dijelaskan diatas, sebagai penutup skripsi ini penulis sampaiakan saran sebagai berikut :

1. Penelitian ini diharapkan akan dapan menjadi tuntunan masukkan pengusaha pengolahan kedelai terutama pabrik tahu untuk tidak membuang limbah cairnya langsung kesungai sebelum dilakukan fitoremidiasi terlebih dahulu.
2. Kepada penelitia selanjutnya dihrapkan dapat menjadi bahan untuk acuan atau pustaka penelitian skripsi selanjutnya dengan penelitian pada limbah yang berbeda.
3. **Penutup**

Dengan mengucapkan syukur Alhamdulilah atas berkat do’a dan dukungan dari segala pihak dan hidayah dari Allah SWT yang telah memberikan petunjuknya sehingga skripsi ini dapat selesai walaupun ada kekurangan serta kekeliruan. Penulis berharap agarskripsi ini bias dijadikan manfaat untuk kemajuan pendidikan khusunya pada bidang biologi.

1. Fahruddin. *Bioteknologi Lingkungan*. (Bandung: Alfabeta, 2010). hlm. 1 [↑](#footnote-ref-1)
2. Angelica Alimsyah Dan Alia Damayanti. “*Penggunaan Arang Tempurung Kelapa Dan Eceng Gondok Untuk Pengolah Air Limbah Tahu Dengan Variasi Konsentras*i”. *jurnal teknik pomits*. Vol 2. No 1( 2013). hlm 6. [↑](#footnote-ref-2)
3. Irmanto Suyata. “penurunan kadar amonia, nitrit, dan nitrat limbah cair industry tahu menggunakan arang aktif dari ampas kopi”. Jurnal molekul. Vol. 4. No. 2 (November, 2015). Hlm. 105. [↑](#footnote-ref-3)
4. Risky Suganda, Endro Sutrisno dan Wisnu Wardana. “penurunan konsentrasi amonia, nitrat, nitrit dan COD dalam limbah cair tahu dengan menggunakan biofil-koalam media pipa pvc sarang tawon dan tempurung kelapa disertai penambahan ecotru”. Program studi teknik lingkungan, fakultas teknik universitas DIPONEGORO. h.1. [↑](#footnote-ref-4)
5. Al-Quran Digital. [↑](#footnote-ref-5)
6. Muhammad Nasib Rifa’i. *Ringkasan tafsir ibnu katsir.*( depok : gema insane, 2012). h.267. [↑](#footnote-ref-6)
7. Diah Ari Dwitawati, Ani Sulistyasi, Joko Widiyanto. “*Biomonitoring Kualitas Air Sungai Gandong Dengan Bioindikator Makroinvertebrata Sebagai Bahan Petunjuk Praktikum Pada Pokok Bahasan Pencemaran Lingkungan SMP Kelas VII*”. *Jurnal Florae*. Vol 2. No.1 (April, 2015), h. 41. [↑](#footnote-ref-7)
8. Lina Warlina. “*Pencemaran Air: Sumber, Dampak Dan Penanggulangan nya*”. (Makalah Pribadi Pengantar Kefalsafahan Sains Sekolah Pasca Sarjana Institute Pertanian Bogor, juni 2004), h. 1-2 [↑](#footnote-ref-8)
9. Lamria Sidauruk, Patricius Sipayung. “*Fitoremidiasi Lahan Tercemar Dikawasan Industry Medan Dengan Tanaman Hias”. Jurnal Pertanian Tropic.* Vol.2 No.2 (agustus 2015), h.179. [↑](#footnote-ref-9)
10. Siti Aminatu Zuhria. “laju penurunan BOD dan karakteristik limbah cair perebusan kedelai pembuatan tempe hasil penanganan fitoremidiasi eceng gondok”. Skripsi teknik pertanian universitas jember (2017). h. 2. [↑](#footnote-ref-10)
11. Enny Rosita, Winny Retna Melani, Andi Zulfikar, “*Efektifitas Fitoremidiasi Kangkung Air ( Ipomoea Aquatica) Terhadap Penyerapan Orthoposfat Pada Detergen Ditinjau Dari Detensi Waktu Dan Konsentrasi Orthopospat*”. (Student Management Aquatic Resource Faculty Of Marine Science And Fisheries University Maritime Raja Ali Haji, 2013), h.2 [↑](#footnote-ref-11)
12. Lamria Sidauruk, Patricius Sipayung. “*Fitoremidiasi Lahan Tercemar Dikawasan Industry Medan Dengan Tanaman Hias”. Jurnal Pertanian Tropic.* Vol.2 No.2 (agustus 2015), h.178 [↑](#footnote-ref-12)
13. Agie Syirban Gizawi, Hertien koosbandiah Surtikanti, Wahyu Surakusumah. “*Perbandingan Potensi Tanaman Air Echinodorus Palaefolius, Pontederia Lanceolata Dan Zantedeshia Aethiopica Sebagai Agen Fitoremidiasi Limbah Rumah Tangga”. Jurnal Formica Online.* Vol.1 No.1 (januari 2014), h.1. [↑](#footnote-ref-13)
14. Debora F. Sitompul, Mumu Sutisna, Kancitra Pharmawati. “*Pengolahan Limbah Cair Hotel Aston Braga City Walk Dengan Proses Fitoremidiasi Menggunakan Tumbuhan Eceng Gondok*”. *Jurnal Institut Teknologi Nasional.* Vol.1 No.2 (September 2013), h.1. [↑](#footnote-ref-14)
15. Anis Artiyani. “*Penurunan Kadar N-Total Dan P-Total Pada Limbah Cair Tahu Dengan Metode Fitoremediasi Airan BATCH Dan KONTINYU Mengunakan Tanaman Hydrilla Verticillata*”. Vol. IX. No. 18 (juli , 2011), h. 9. [↑](#footnote-ref-15)
16. Tri Apriadi. “*Kombinasi Bakteri Dan Tumbuhan Air Sebagai Bioremidiator Dalam Mereduksi Kandungan Bahan Organic Limbah Kantin”.* (Skripsi Perikanan Dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor, 2008), h. 5-6 [↑](#footnote-ref-16)
17. *Ibid*. h.7 [↑](#footnote-ref-17)
18. Fahruddin. *Op.Cit*. h. 30 [↑](#footnote-ref-18)
19. *Ibid*. h. 31 [↑](#footnote-ref-19)
20. *Ibid*. h. [↑](#footnote-ref-20)
21. Parlindungan Lumban Raja. “*Mikroorganisme Dalam Bioremidiasi*”. Medan-Sumatra Utara: Sekolah Pasca Sarjana, 2014. h.4-6 [↑](#footnote-ref-21)
22. Bunga Rulita Viobeth, Sri Sumiyati, Endro Sutrisno. “Fitoremidiasi Limbah Mengandung Timbal (Pb) dan Nikel (Ni) Menggunakan Tanaman Kiambang (Salvinia Molesta)”. (Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, juli 2012), h.3. [↑](#footnote-ref-22)
23. Irhamni, *et.al*. “Kajian Akumulator Beberapa Tumbuhan Air Dalam Menyerap Logam Berat Secara Fitoremediasi”, (Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Sumatera Utara Medan), h.77. [↑](#footnote-ref-23)
24. Ardi Putra Manasika. “*Analisis Pengaruh Variasi Densitas Eceng Gondok (Eichornia Crassipes) Pada Fitoremediasi Limbah Cair Kopi*”. Skripsi S1 Teknologi Pertanian Universitas Jember.2015 h.7 [↑](#footnote-ref-24)
25. Lina warlina, *Op.Cit*. h.12 [↑](#footnote-ref-25)
26. *Ibid*. h. 13 [↑](#footnote-ref-26)
27. Ardi putra manasika [↑](#footnote-ref-27)
28. philip Kristanto, *Ekologi Industr*i (Yogyakarta: Penerbit Andi, 2004), h. 172. [↑](#footnote-ref-28)
29. Zahara Fadila. “*Pengaruh Konsentrasi Limbah Cair Tahu Terhadap Pertumbuhan Mikroalga Scenedesmus Sp*”. Skripsi Program Studi Biologi Universitas Islam Negeri Syarif Hidaytullah Jakarta (2010), H. 1. [↑](#footnote-ref-29)
30. *Ibid*. h. 1 [↑](#footnote-ref-30)
31. Irmanto Suyata*, Op.Cit*. h. 105. [↑](#footnote-ref-31)
32. Mundiyatun. Daryani. *pengelolaan kesehatan lingkungan* (Yogyakarta: Gava Media, 2015), h.10. [↑](#footnote-ref-32)
33. [↑](#footnote-ref-33)
34. Slamet Riyadi. *Ecology Ilmu Lingkungan* (Surabaya: Usaha Nasional, 1981), h. 42. [↑](#footnote-ref-34)
35. Robert J. Kodoatie. *Tata Ruang Air Tanah* (Yogyakarta: CV. Andi Offset, 2012), h. 35. [↑](#footnote-ref-35)
36. Srikandi Fardias. *Polusi Air dan Udara* (Yogyakarta: PT Kanisius, 1992), h.19. [↑](#footnote-ref-36)
37. *Ibid*. h. 25. [↑](#footnote-ref-37)
38. Lina Warlina, *Op.Cit*. h. 5 *et seq.* [↑](#footnote-ref-38)
39. Philip Kristanto, *Op.Cit.* h. 86. [↑](#footnote-ref-39)
40. *Ibid*. h. 82 [↑](#footnote-ref-40)
41. Kordi, k, Gufran, K, Tancung, A, *Pengelolaan Kualitas Air Dalam Budidaya Perairan* (Jakarta: Rineka Cipta, 2007), h. 46 [↑](#footnote-ref-41)
42. Salmin, “*Oksigen Terlarut (Do) Dan Kebutuhan Oksigen Biologi (Bod) Sebagai Salah Satu Indikator Untuk Menetukan Kualitas Perairan*”. Jurnal Oseana Vol. xxx. No.3. (2005).h.166. [↑](#footnote-ref-42)
43. Sigit Haryadi. “*BOD dan COD sebagai Parameter Pencemaran Air dan Baku Mutu Air Limbah”*. (Makalah Individu Pengantar Falsafah Sains Sekolah Pasca Sarjan (S3) Institut Pertanian Bogor, Desember 2004), h.2. [↑](#footnote-ref-43)
44. Mundiyatu, Daryani, *Op.Cit*. [↑](#footnote-ref-44)
45. Fitriah Nur Aini, Nengah Dwi Anita. “*Pengaruh Penambahan Eceng Gondok (Eichornia Crassipes) Terhadap Jamur Tiram Putih”. Jurnal Sains Dan Seni Pomits*. Vol. 2. No. 1. (2013), h. 116. [↑](#footnote-ref-45)
46. *Ibid*. h.167. [↑](#footnote-ref-46)
47. Badrus Zaman, Endro Sutrisno. “*kemampuan penyerapan eceng gondok terhadap amoniak dalam limbah rumah sakit* (studi kasus: RS Panti Wilasa Semarang)”. *Jurnal Presipitas*. Vol. 1. No. 1. ISSN 1907-187x (September 2006), h. 49. [↑](#footnote-ref-47)
48. Siti Aminatu Zuhria. *Op.Cit*. h. 2 [↑](#footnote-ref-48)
49. Sabri Sudirman, “*Aktivitas Antioksidan Dan Komponen Bioaktif Kangkung Air (Ipomea Aquatic*)”. (Skripsi Jurusan Perikanan Dan Ilmu Kelautan Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan Institute Pertanian Bogor, 2011), h.3. [↑](#footnote-ref-49)
50. Enny Rosita, Winny Retna Melani, Andi Zulfikar, “*Efektifitas Fitoremidiasi Kangkung Air ( Ipomoea Aquatica) Terhadap Penyerapan Orthoposfat Pada Detergen Ditinjau Dari Detensi Waktu Dan Konsentrasi Orthopospat*”. (Student Management Aquatic Resource Faculty Of Marine Science And Fisheries University Maritime Raja Ali Haji, 2013), h.2 [↑](#footnote-ref-50)
51. Juliansyah Noor, S.E.,MM. *Metodologi Penelitian*. (Jakarta: Prenadamedia Group, 2011). h.34. [↑](#footnote-ref-51)
52. Tim Dosen Simulasi Dan Permodelan. “*Simulasi dan Permodelan* “. (Universitas Gunadarma, 2003), h.3. [↑](#footnote-ref-52)
53. Ervina Herawati, Wiryanto, Solichatun. “*Fitoremidiasi Limbah Detergen Menggunakan Kayu Apu (Pistia Stratiotes L.) Dan Genjer (Limnocharis Flava L.). Jurnal Bio Smart.* Vol.7 No.2 (agustus 2005), h. 116. [↑](#footnote-ref-53)
54. Enny Rosita, Winny Retna Melani, Andi Zulfikar, *Op.Cit*. h.3. [↑](#footnote-ref-54)
55. Siti Arfah. “*Studi Kemampuan Nannochloropsis Dan Chlorella Sp Sebagai Agen Bioremidiasi Logam Berat Merkuri Dan Pengaruhnya Terhadappertumbuhan*”.Skripsi Fakultas Perikanan Dan Kelautan. Unuversitas Airlangga Surabaya (2014),H. 26. [↑](#footnote-ref-55)
56. Zulifian Azmi, Saniman dan Ishak. “*Sistem Penghitung PH Air Pada Tambak Ikan Berbasis Mikrokontroller*”. Jurnal Saintikom. Vol.15. No.2 (Mei 2016), h. 102. [↑](#footnote-ref-56)
57. . Mumpuni Cyntia Pratiwi. “*Pemanfaatan Kangkung Air Dan Lumpur Aktif Pabrik Tekstil Dalam Pengolahan Limbah Cair Tahu*”. Skripsi Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor. (2010), h. 24. [↑](#footnote-ref-57)
58. Salmin , Op.Cit. h.25. [↑](#footnote-ref-58)
59. Ilman Faturochman. “*Aplikasi Tumbuhan Air Mayaca Fluviatilis Dengan Sistem Kanal Dalam Bioremidiasi Limbah Organic Dari Waduk Cirata*”. Skripsi Fakultas Perikanan Dan Kelautan. Institut Pertanian Bogor (2012),H. 11. [↑](#footnote-ref-59)
60. Siti Aminatu Zuhria. *Op.Cit.* h.19 [↑](#footnote-ref-60)
61. Suryadi, isna apriyani,ulli kadaria.”uji tanaman coontail (ceratophyllum demersum) sebagai agen fitoremidiasi limbah cair kopi”. (program studi tekhnik lingkungan fakultas tekhnik universitas tanjung pura Pontianak, 2016), h.5 [↑](#footnote-ref-61)
62. Zulfa Oktavia, Dkk. “*Pengaruh Variasi Lama Kontak Fitoremediasi Tanaman Kiambang Terhadap Kadar Kadnium (Cd) Pada Limbah Cair Home Made “X” Magelang*”. Jurnal Kesehatan, Vol 4 No, 5.(Magelang, 2016), h.243. [↑](#footnote-ref-62)
63. Irmanto, suyata,”*Penurunan Kadar Amonia, Nitrit, Dan Nitrat Limbah Cair Industri Tahu Menggunakan Arang Aktif Dari Ampas Kopi*”, jurnal MIPA, molekul, Vol. 4 No. 2, (Purwokerto, 2009), h.105-114 [↑](#footnote-ref-63)
64. Syahrul Basri, Erlina Hamzah. “*Efektovitas Kemampuan Tanaman Jeringau Untuk Menurunkan Kadar Logam Berat Di Air*”. VOL .1 No.1 (2015). H. 56. [↑](#footnote-ref-64)
65. Suryadi.*Op.Cit* [↑](#footnote-ref-65)
66. Reni, Badrus Dan Purwono. “*Pengarus Luas Penutupan Kiambang Terhadap Penurunan COD, Ammonia, Nitrit Dan Nitrat Pada Limbah Cair Domestic Dengn System Kontinyu*”.Jurnal Teknik Lingkungan. Vol. 5 No. 4. (2016). h. 6 [↑](#footnote-ref-66)
67. Philip kristanto*.Op.Cit*. h.82 [↑](#footnote-ref-67)
68. Siti aminatu zuhria.*Op.Cit*. h.24 [↑](#footnote-ref-68)
69. [↑](#footnote-ref-69)
70. Sigit Haryadi.“*BOD dan COD sebagai Parameter Pencemaran Air dan Baku Mutu Air Limbah”*. (Makalah Individu Pengantar Falsafah Sains Sekolah Pasca Sarjan (S3) Institut Pertanian Bogor, Desember 2004), h.2 [↑](#footnote-ref-70)
71. Muhammad Azmi, Edward Hs Dan David Andrio. “*Pengolahan Limbah Cair Tahu Menggunakan Tanaman Typha Latifolia Dengan Metode Constructed Wetland*”. F Teknik Vol 3 No.2 (Riau 2016). H 3. [↑](#footnote-ref-71)
72. . *Ibid.h5* [↑](#footnote-ref-72)
73. [↑](#footnote-ref-73)
74. Mundiyatun, Daryani, pengelolaan kesehatan lingkungan (Yogyakarta: Gava Media, 2015) [↑](#footnote-ref-74)
75. .*Ibid*. h [↑](#footnote-ref-75)
76. Nanik Dwi Haryati. “*Analisis BOD Dan COD Disungai Sroyo Sebagai Dampak Industry Dikecamatan Jaten”. Kimia Anorganik, Analitik, Fisika Dan Lingkungan. ISBN.979-498-467-1*. Program Study P Kimia FKIP UNS. [↑](#footnote-ref-76)
77. Ardi Putra Manasika, *Op Cit.* H. 40. [↑](#footnote-ref-77)
78. Sabri Sudirman, *Op Cit.*  H. 3. [↑](#footnote-ref-78)