

LAPORAN
PENELITIAN INTERNAL



**PEMANFAATAN TANAMAN KELOR (MORINGA OLEIFERA) SEBAGAI KOAGULAN ALAMI
UNTUK PENGOLAHAN AIR GAMBUT**

Abdul Rohim
Dhymas Sulistyono Putro ST., M.Ling
Muh. Azhari., M.Si
Rizkan Maulidi Ansyari, ST., MT

NIM. 20.52.022708
NIDN. 1120059502
NIDN. 1102048903
NIDN. 1129099002

PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK DAN INFORMATIKA
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALANGKARAYA
JUNI 2024

**HALAMAN PENGESAHAN
PENELITIAN INTERNAL**

Judul Penelitian : Pemanfaatan Tanaman Kelor (Moringa Oleifera) Sebagai Koagulan Alami Untuk Pengolahan Air Gambut

Nama Peneliti : Abdul Rohim
: Muh. Azhari, M.Si
: Dhymas Sulistyono Putro ST., M.Ling
: Rizkan Maulidi Ansyari, ST., MT

Program Studi : Teknik Lingkungan

Biaya Penelitian : Rp. 5.000.000,00

| | |
|--|---|
| <p>Paraf Kaprodi Teknik Lingkungan</p> <p style="text-align: center;"></p> <p style="text-align: center;"><u>Rudy Yoga Lesmana, ST., M.Si</u> NIK. 15.0403.035</p> | <p>Laporan Peneliti telah didata oleh prodi</p> |
|--|---|



Palangka Raya, 13 Juni 2024

Peneliti


Dhymas Sulistyono Putro ST., M.Ling
NIDN. 1120059502

BAB I

PENDAHULUAN

Air salah satu sumber daya alam yang sangat penting untuk memenuhi kebutuhan hidup manusia, sehingga air perlu dilindungi kelestariannya agar tetap bermanfaat baik jangka pendek dan jangka panjang. Dalam kehidupan air berperan penting dalam aktivitas masyarakat, khususnya untuk MCK (mandi, cuci dan kakus) sehingga air yang diperlukan lebih dominan air bersih dan sehat yaitu air yang tidak mengandung bibit penyakit, serta partikel-partikel pengotor. Penggunaan air meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk dan perkembangan usaha untuk memenuhi kebutuhan hidup.

Air yang mempunyai kualitas buruk berdampak bagi kesehatan manusia dan berdampak pada kehidupan makhluk hidup lainnya. Daerah yang belum mendapatkan pelayanan air bersih, seperti di beberapa titik lokasi di Kota Palangka Raya biasanya masih menggunakan air gambut dan air sungai sebagai sumber air untuk memenuhi kebutuhan hajat hidup seperti mandi dan mencuci pakaian dan air yang digunakan belum memenuhi standar tentang baku mutu air bersih yang ditentukan oleh Peraturan Pemerintah Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 32/Menkes/Per/IX/2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air untuk keperluan Hygiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua dan Pemandian Umum yang memenuhi standar persyaratan adalah tidak berbau, tidak berwarna dan tidak berasa.

Penurunan kualitas air sudah terjadi di sekitar kita. Dengan semakin meningkatnya kebutuhan manusia akan air bersih maka penurunan kualitas air tersebut menjadi hal yang serius dengan membutuhkan penanganan yang cepat dan tepat, mengingat jumlah penduduk di Kota Palangka Raya terus meningkat dan umumnya di Kalimantan Tengah. Data badan pusat statistik bahwa jumlah penduduk di Kalimantan mencapai 2.741.075 jiwa pada tahun 2022 dan jumlah penduduk yang menempati Kota Palangka Raya 305.907 jiwa pada tahun 2022

Air gambut memiliki karakteristik yang berbeda dari air tawar biasa. Warna kemerahan alami yang terdapat pada air gambut dapat di deteksi dengan colorimeter pada panjang gelombang 455 nm. Air gambut yang berasal dari Kasongan memiliki tingkat warna sebesar 374 TCU (total color unit). Disinyalir warna ini ada kaitannya dengan keberadaan asam humus di dalam air gambut. Air gambut berwarna coklat tua sampai kehitaman memiliki kadar organik yang tinggi (138 – 1560 mg/lit $KmnO_4$) dan bersifat asam (pH 3,7 – 5,3) PERMENKES RI No.197/Tahun 2002 yaitu sebesar 15 TCU maksimal. Kondisi di kota Palangka Raya saat ini di kategorikan sebagai air gambut dan termasuk wilayah dengan mata air dangkal dan apa bila air gambut, jika di konsumsi dapat memberikan pengaruh bagi kesehatan manusia diantaranya dapat memicu kanker, dan dapat menngganggu kesehatan dalam jangka panjang, dan terlebih lagi air gambut juga dikatakan dengan pH air rendah dan apabila sering digunakan dapat menimbulkan kerusakan gigi dan sakit perut (Notodarmojo , 1994).

Biji dan daun kelor yang di maksud adalah biji dan daun kelor yang sudah tua dapat digunakan sebagai koagulan alami, dengan penelitian ini saya ingin bereksperimen membuat koagulan alami dari biji dan daun kelor yang sudah tua, parameter yang diamati, kadar pH, dan Amoniak, pada air gambut.

pH merupakan ukuran kosentrasi ion hidrogen pada suatu larutan, cairan atau apapun yang masih mengandung air di dalamnya. Jangkauan pH berada mulai dari 0-14 dimana titik tengah di nilai 7 dan ini adalah titik netral. Lebih dari pH 7 dikategorikan basa dan kurang dari pH 7 dikategorikan asam (Kohlmann, 2003).

Warna adalah salah satu parameter fisik wajib yang ditetapkan oleh Permenkes RI No.416/ Menkes/ PER/IX/2010, sekaligus menyatakan bahwa batas maksimal warna air bersih maksimal 50 skala Pt-Co.

Penggunaan bahan alami ini agar dapat mengurangi penggunaan koagulan sentetik dengan tujuan agar tidak mencemari lingkungan, tumbuhan kelor ini juga mudah didapat dan dicari terutama di daerah tropis, biji buah kelor yang tua juga dapat digunakan sebagai koagulan yang efektif karena adanya zat aktif (*4-alfa-4-rhamnosyloxybenzil-isothiocyanate*) yang

terkandung dalam biji kelor yang cenderung bermuatan positif, sehingga dapat mendestabilisasikan koloid yang bermuatan negatif. (Ritwan, 2004).

Menurut Risianto (2009) keuntungan penggunaan biji dan daun kelor sebagai koagulan dalam pengolahan air gambut caranya sangat mudah, tidak berbahaya bagi kesehatan, ekonomis dan kualitas air menjadi lebih baik (jernih).

1.1 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian tentang bagai mana pemanfaatan biji dan daun kelor yang di maksud adalah biji dan daun kelor yang sudah tua (*Moringa Oleifera*) sebagai alternatif koagulan alami:

1. Bagaimana pengaruh biji dan daun kelor bahan koagulan air gambut?
2. Bagaimanakah kelayakan pengolahan biji dan daun kelor terhadap indikator warna dan pH?

1.2 Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui pengaruh biji dan daun kelor bahan koagulan alami untuk air gambut.
2. Untuk mengetahui kelayakan pengolahan biji dan daun kelor terhadap indikator warna dan pH pada air gambut?

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian tentang pemanfaatan biji dan daun kelor sebagai koagulan untuk menaikkan kadar warna dan pH, pada air gambut.

1. Penelitian ini diharapkan dapat menambah wawasan dan menambah pengetahuan sebagai pengembangan ilmu pengetahuan di bidang pengelolaan lingkungan.
2. Agar dapat memberikan informasi kepada orang lain bahwa biji dan daun kelor juga dapat dimanfaatkan sebagai koagulan alami dan untuk alternatif pengganti koagulan sentetik, sehingga bisa meningkatkan nilai ekonomis pada biji dan daun kelor tersebut.
3. Dengan penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi pengembangan teori yang berhubungan dengan pengolahan air gambut terhadap lingkungan.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini tentang pemanfaatan biji dan daun kelor sebagai koagulan alami untuk menurunkan kadar warna dan menaikkan pH, pada air gambut:

1. Biji dan daun kelor yang digunakan pada penelitian ini adalah biji kelor yang sudah tua dan daun kelor sudah tua di gunakan sebagai koagulan alami untuk menurunkan warna dan menaikkan kadar pH,pada air gambut.
2. Indikator yang di uji pada penelitian ini adalah warna dan pH.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Air Gambut

Air gambut adalah air permukaan yang terdapat pada lahan gambut dengan ciri-ciri berasa asam, mengandung zat organik dan zat besi tinggi, memiliki pH rendah (2-5), memiliki tingkat kesadahan rendah, berwarna coklat, merah atau kehitaman. Lahan gambut terbentuk dari sisa tumbuhan yang telah atau belum membusuk, serta memiliki kandungan organik tinggi (Suhendra dan Rianto, 2017).

Air gambut secara umum tidak memenuhi persyaratan kualitas air bersih seperti yang disyaratkan oleh Permenkes No. 2 Tahun 2023 tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 tentang Kesehatan Lingkungan. Lahan gambut mempunyai fungsi hidrologis, yaitu sebagai tempat penyimpanan air yang diperkirakan 1m^3 gambut mampu menyimpan air sebesar 845 liter. Lahan gambut mampu menyerap air sampai 13 kali lipat dari bobotnya, sehingga air gambut merupakan salahsatu sumberdaya air permukaan yang sangat potensial untuk dimanfaatkan sebagai kebutuhan domestik, seperti mencuci, mandi,dan untuk pertanian (Aris, 2015).

Air gambut merupakan air permukaan yang banyak terdapat pada daerah berawa dan pasang surut. Air gambut merupakan air yang telah terkontaminasi oleh bahan-bahan organik yang ada di dalam tanah Sanjaya, (2013). Kandungan utama di dalam air gambut adalah kelompok senyawa humus yaitu asam humat, asam fulvat, dan humin dan didominasi oleh senyawa humat, yang bersifat sulit dirombak oleh mikroorganisme atau bersifat nondegradable (Eri, 2009).

2.2 Parameter Analisa Pada Air Gambut

Pada penelitian ini ada dua parameter yang akan dianalisa yaitu pH, Warna.

2.2.1 Parameter Kimia

1. pH (Derajat Keasaman)

Menurut Hendriarianti dan Suhastris (2011) nilai pH merupakan tinggi atau rendahnya konsentrasi ion hidrogen yang ada di dalam air. Apabila zat basa ditambahkan ke dalam air maka berpengaruh terhadap bertambahnya ion OH^- dan berkurangnya

ion H^+ . Sedangkan jika dimasukkan zat asam ke dalam air maka akan berpengaruh pula bertambahnya ion H^+ dan berkurangnya ion OH^- . Untuk menentukan derajat keasaman suatu zat dapat diketahui dengan banyak atau tidaknya jumlah ion H^+ dan OH^- di dalam air. pH (derajat keasaman) dapat mempengaruhi toksiknya suatu perairan (Effendi, 2003).

2.2.2 Pamarameter Fisik Air Gambut

1. Bau

Air yang berbau umumnya akibat adanya materi organik yang membusuk. Materi organik yang membusuk biasanya terkumpul di bagian dasar, apabila sudah cukup banyak akan menghasilkan kondisi yang baik bagi pertumbuhan bakteri anaerobik yang dapat menimbulkan gas-gas bau (Indriyani, 2008).

2. Warna

Warna pada air gambut disebabkan karena adanya partikel koloid organik yang merupakan hasil dekomposisi dari tanaman. Warna air gambut dapat dibedakan menjadi dua, yaitu warna sejati dan warna semu. Kekeruhan di dalam air disebabkan oleh

adanya zat tersuspensi, seperti lumpur, zat organik, plankton dan zat-zat halus lainnya.

2.3 Pengolahan Air Gambut

Pengolahan air gambut dapat dilakukan secara fisika, biologi dan kimia yaitu dengan proses koagulasi-flokulasi dan sedimentasi atau pengendapan dimana dengan adanya penambahan koagulan alami yaitu biji dan daun kelor.

2.3.1 Koagulasi

Koagulasi adalah proses dimana koloid atau partikel yang semula stabil menjadi tidak stabil karena bantuan penambahan koagulan sehingga nanti terjadinya proses destabilisasi koloid dimana adanya gaya tarik menarik yang akan membentuk mikroflok (Saptati dan Himma,2018). Menurut Rahimah, Heldawati dan Syauqiah (2016). koagulasi adalah proses pencampuran koagulan untuk mendestabilisasikan koloid maupun padatan tersuspensi dengan cara pengadukan secara cepat sehingga akan membentuk flok - flok kecil (mikroflok). Menurut Saptati dan Himma (2018) prinsip koagulasi merupakan proses memisahkan partikel dalam air dengan menggunakan bahan - bahan kimia (koagulan) bertujuan untuk mendestabilkan koloid atau partikel sehingga berkurangnya gaya tolak menolak antar partikel dan terjadinya gaya tarik menarik dan koloid atau partikel dapat berikatan dan membentuk ukuran yang lebih besar sehingga akan mudah mengendap. Prinsip dasar dari proses koagulasi adalah adanya gaya tarik menarik antara muatan positif dengan muatan negatif sehingga membentuk ikatan.

adapun faktor- faktor yang mempengaruhi koagulasi yaitu:

a. Suhu Air

Suhu air dapat mempengaruhi proses koagulasi jika suhu air rendah dapat berpengaruh terhadap tingkat efisiensi padaproses koagulasi (Rahimah, Heldawati dan Syauqiah, 2016).

b. Jenis Koagulan

Jenis koagulan dapat ditentukan dengan melihat dari segi daya keefektivitas dan dari segi ekonomis.

c. Dosis Koagulan

Untuk dapat membentuk flok- flok dari proses koagulasi maka ditambahkan koagulan dimana dosis koagulan atau pemberian koagulan sangat berpengaruh terhadap pembentukan flok, apabila pemberian dosis koagulan sesuai dengan yang dibutuhkan maka proses koagulasi yang terjadi akan berjalan dengan efektif (Saptati dan Himma, 2018).

d. Tingkat Kekeruhan Tingkah

Kekeruhan dalam air sangat berpengaruh terhadap proses koagulasi. Apabila tingkat kekeruhan air bernilai besar maka pembentukan flok pada proses koagulasi akan berjalan cepat. Sebaliknya apabila tingkat kekeruhan air bernilai sangat rendah maka pembentukan flok akan sulit terjadi dengan baik. Namun jika kekeruhan bernilai besar dan pemberian dosis koagulannya rendah pembentukan flok juga sukar terjadi (Rahimah, Heldawati dan Syauqiah 2016).

e. Kecepatan Pengadukan

Pengadukan pada proses koagulasi bertujuan untuk tercampurnya koagulan dalam air. Pengadukan dalam proses koagulasi perlu diperhatikan, seperti kecepatan pengadukan. Pengadukan sangat berpengaruh terhadap penyebaran koagulan dalam air agar merata dan adanya kesempatan antar koloid/partikel saling tarik menarik hingga membentuk flok. Menurut Kartika, Nurjazuli dan Budiyono (2016) kecepatan pengadukan sangat tinggi maka akan membuat rusak/pecahnya kembali flok yang sudah terbentuk sehingga pengendapan kurang sempurna dan sebaliknya apabila kecepatan pengadukan terlalu lambat pembentukan flok yang terjadi juga lambat.

2.4 Flokulasi

Flokulasi merupakan proses secara fisik, dimana partikel-partikel yang bernetralisasi sebagian atau keseluruhannya kontak satu sama lain sehingga

membentuk gumpalan yang disebut flok (Saptati dan Himma, 2018). Dalam proses flokulasi terjadinya pengadukan secara lambat sehingga membentuk flok-flok dengan ukuran lebih besar (makroflok) daripada pembentukan flok dari proses koagulasi. Menurut Coniwanti, Mertha dan Epriane (2013) pada proses flokulasi menghasilkan gumpalan-gumpalan yang berukuran makro sehingga pengendapan lebih cepat terjadi dan mudah dipisahkan.

2.4.1 Koagulan

Koagulan adalah bahan kimia yang ditambahkan untuk destabilisasi partikel-partikel koloid dalam limbah cair sehingga terjadi pembentukan flok (Dwi, Nurul dan Himma, 2018). Menurut Martina dkk (2018) koagulan adalah bahan kimia yang diperlukan untuk mengolah air limbah sehingga dapat mempercepat pengendapan partikel-partikel koloid yang ada dalam air. Koagulan memiliki prinsip kerja dimana dapat memperbesar laju pembentukan flok dan untuk mendestabilkan partikel suspensi di dalam air. Umumnya koagulan yang digunakan dalam pengolahan air pada industri-industri adalah koagulan dari bahan kimia seperti tawas dan polialuminium clorida (PAC). Saat ini koagulan tidak hanya dari bahan kimia saja, tapi dari alam juga ada koagulan alami. Penggunaan koagulan alami seperti dari tumbuhan atau tanaman saat ini sudah banyak digunakan dikarenakan koagulan kimia memiliki kekurangan dimana apabila dalam dosis yang tinggi maka akan menyebabkan adanya lumpur atau endapan yang masih bersifat toksik jika dibuang ke lingkungan karena masih mengandung bahan kimia (Hendriarianti dan Suhastri, 2011). Menurut Saptati dan Himma (2018) kelebihan dari koagulan alami yaitu apabila dalam dosis yang tinggi tidak menyebabkan adanya endapan atau lumpur yang bersifat toksik apabila dibuang ke lingkungan. Koagulan alami yang umumnya digunakan saat ini berasal dari biji tanaman seperti biji kelor, biji kecipir dan biji asam jawa. Dalam pemberian koagulan dalam air pengolahan maka perlu diperhatikan dosis koagulan. Dosis koagulan

adalah jumlah koagulan yang diperlukan atau untuk yang dilarutkan yang bertujuan untuk dapat menarik bahan pencemar yang ada dalam air. Dalam pemberian dosis koagulan yang tepat maka akan efektif dalam mengikat bahan pencemar dan dapat mengurangi partikel koloid pada air. Untuk dapat menentukan dosis koagulan yaitu salah satunya yaitu menggunakan perlakuan jarrest. Dengan menggunakan metode jarrest ini dapat menentukan dosis optimum koagulan sehingga dapat sesuai dengan jenis dan kondisi air. Metode jarrest ini dapat digunakan untuk bermacam-macam koagulan (Tchobanoglous, 1991). Salah satu yang menggunakan metode jarrest dalam menentukan dosis koagulan yaitu koagulan alami seperti biji kelor.

Efektivitas koagulasi biji dan daun kelor ditentukan oleh kandungan protein kationik. Keuntungan penggunaan koagulan alami seperti serbuk biji dan daun kelor adalah tanaman tersebut mudah ditemukan di daerah iklim tropis. Selain itu, koagulan alami dapat membentuk flok yang lebih kuat terhadap gesekan pada saat aliran turbulen dibandingkan dengan koagulan kimia. [S.D.R utami, 2012].

koagulan alami berupa biji asam jawa bahwa biji asam jawa mengandung protein sebesar 2,8 gr/100 gr biji asam jawa yang berperan sebagai polielektrolit alami (Kartika, Nurjazauli dan Budiyo, 2016).

2.5 Tanaman Kelor (*Moringa Oleifera*)

2.5.1 Klasifikasi Tanaman Kelor (*Moringa Oleifera*)

Klasifikasi tanaman kelor (*Moringa Oleifera*) menurut (USDA, 2013):

| | |
|-------------|------------------------------------|
| Kingdom | : Plantae |
| Sub kingdom | : Tracheobionta (vascular plants) |
| Superdivisi | : Spermatophyta (seed plants) |
| Divisi | : Magnoliophyta (flowering plants) |
| Kelas | : Magnoliopsida (dicotyledons) |
| Subkelas | : Dilleniidae |
| Famili | : Moringaceae |

Genus : Moringa
Spesies : Moringa oleifera Lam

2.5.2 Deskripsi Tanaman Kelor (*Moringa Oleifera*)

Kelor (*Moringa oleifera Lam.*) merupakan tanaman yang berasal dari India dan Arab kemudian menyebar di berbagai wilayah yang bertanah kering dan gersang sehingga tanaman kelor mudah sekali tumbuh. Persebaran tanaman ini meliputi Barat Laut Afrika, Arabia, Asia Tenggara dan terdistribusikan sampai ke Filipina, Kamboja, dan Amerika Utara (Morton, 1991).

Tanaman kelor (*Moringa Oleifera*) merupakan tanaman tropis yang mudah tumbuh di daerah tropis seperti Indonesia dan berbagai kawasan tropis lainnya di dunia. Tanaman kelor merupakan tanaman dengan ketinggian 7-11 meter. Tanaman ini berupa semak atau pohon dengan akar yang kuat, berumur panjang, batangnya berkayu getas (mudah patah), tegak, berwarna putih kotor, berkulit tipis, permukaan kasar, dan jarang bercabang. Tanaman kelor memiliki bunga yang berwarna putih kekuning-kuningan yang keluar sepanjang tahun dengan aroma semerbak yang khas. Tanaman kelor memiliki buah yang berbentuk panjang dan segitiga dengan panjang sekitar 20-60 cm. Buah tanaman kelor berwarna hijau ketika masih muda dan berubah menjadi coklat ketika tua. (Tilong, 2012).

2.6 Penelitian Terdahulu

Pengolahan air gambut dengan menggunakan koagulan alami yang telah dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya penggunaan koagulan alami biji dan daun kelor menunjukkan hasil yang berbeda dikarenakan material dan beberapa faktor lainnya yang mempengaruhi koagulan alami sebagai berikut ini merupakan penelitian terdahulu mengenai penggunaan koagulan alami dari biji kelor dalam mengolah air gambut yang dapat dijadikan sebagai bahan acuan bagi peneliti.

1. Koagulasi-flokulasi merupakan salah satu solusi alternatif dalam menangani pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh limbah cair industri tahu. Telah dilakukan penelitian tentang pemanfaatan serbuk biji kelor sebagai koagulan alami yang ramah lingkungan dengan varian

kadar kelor dan waktu kontak pengadukan cepat. Dalam penelitian ini, tahapan yang dilakukan ialah preparasi sampel (limbah tahu), preparasi serbuk biji kelor, uji variasi kadar serbuk kelor dan waktu kontak terhadap pengendapan padatan tersuspensi (TSS). Hasil penelitian menunjukkan bahwa serbuk biji kelor pada kadar 0,5 % (b/v) dalam sampel limbah dan waktu kontak pada pengadukan cepat selama 7 menit dapat mengendapkan TSS pada kondisi optimum sebesar 3230 mg/L.

2. Dikembangkan lebih lanjut untuk pengolahan limbah cair yang lebih ekonomis dan ramah lingkungan. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh biji kelor sebagai koagulan dan waktu pengendapan terhadap persentase penurunan turbiditas, TSS dan COD limbah cair industri tahu dengan menggunakan metode koagulasi dan flokulasi. Variabel penelitian adalah dosis serbuk biji kelor (2000, 3000, 4000, 5000 dan 6000 mg/liter) limbah cair industri tahu, waktu pengendapan (50, 60 dan 70 menit) dengan ukuran partikel 50 mesh dan pH yang digunakan adalah pH limbah cair industri tahu. Penelitian ini menggunakan peralatan jar test dan analisa dilakukan secara grafis.

3. Air bersih merupakan salah satu komponen yang terpenting dalam kehidupan makhluk hidup terutama manusia. Air gambut berwarna kecoklatan karena kandungan bahan organik yang tinggi. Pada daerah bergambut, umumnya air permukaan yang tersedia sebagai sumber air baku masih sulit dimanfaatkan untuk kebutuhan sehari-hari. Hal ini dikarenakan air permukaan daerah tersebut berwarna kuning atau coklat dan mengandung bahan organik yang tinggi serta bersifat asam sehingga perlu pengolahan sebelum digunakan. Serbuk biji Kelor bertindak sebagai koagulan alami, mampu menjernihkan air keruh. Bahkan serbuk biji Kelor ini dapat digunakan sebagai metode yang paling cepat dan sederhana untuk membersihkan air kotor. Metode pengabdian dilakukan dengan cara ceramah tentang Penggunaan Daun Kelor (*Moringa oleifera*) dan PAC (Poly Aluminium Chloride) Dalam Menurunkan Zat Organik Pada Air Gambut di Desa Rasau Jaya Umum Kabupaten Kubu Raya. Hasil penyuluhan tersebut diharapkan masyarakat Desa Rasau Jaya Umum dapat memanfaatkan bahan alami daun kelor dalam proses menurunkan zat organik pada air gambut.
4. Limbah cair industri tahu mengandung bahan-bahan organik yang sangat tinggi. Senyawa organik di dalam limbah cair tersebut berupa protein, karbohidrat, lemak dan minyak. Berdasarkan analisa limbah cair industri kecil tahu di Karangpulo diketahui bahwa limbah cair industri tahu mengandung COD (1247 mg/l), BOD (997 mg/l), TSS (587,5 mg/l) dan pH 3,7. Oleh sebab itu, limbah cair tersebut harus diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke lingkungan untuk mengurangi kandungan pencemar yang menyertai limbah tersebut. Salah satu koagulan alternatif yang dapat digunakan adalah serbuk biji kelor. Penelitian ini menggunakan serbuk biji kelor dengan kadar air 10 %. Variasi dosis koagulan yang digunakan 2000, 3000, 4000, 5000 mg/500 ml limbah cair tahu, ukuran koagulan 70 mesh dengan pH awal adalah 3,7. Waktu pengadukan optimum yang diperoleh adalah 2-3 menit dengan penurunan COD 280 mg/L, BOD 112 mg/L, TSS 100,4 pada dosis koagulan 2000 mg/500 ml, dan ukuran partikel koagulan 70

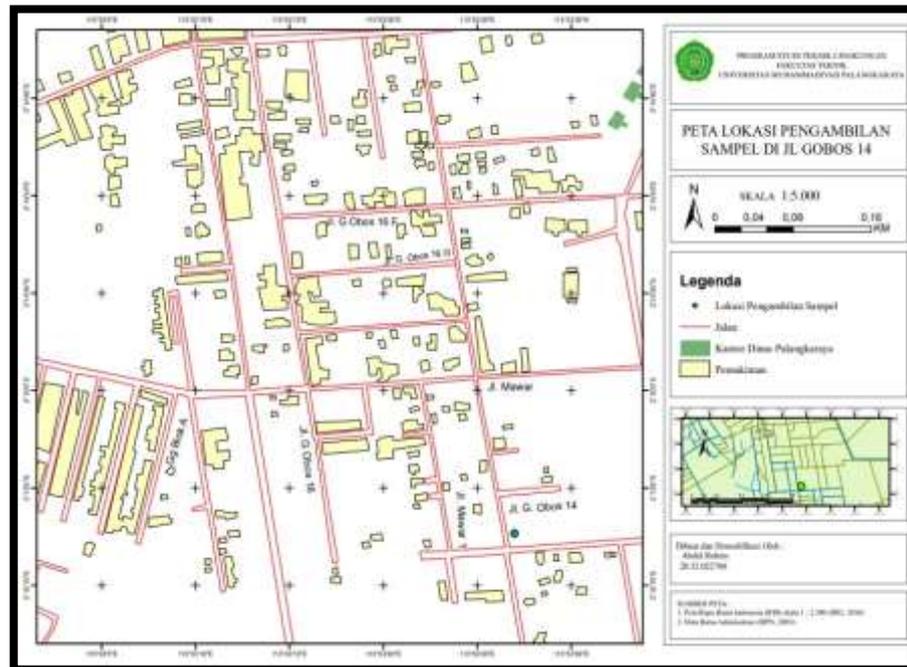
mesh dengan pH akhir adalah 3,9 , sehingga dapat disimpulkan bahwa biji kelor dapat digunakan sebagai koagulan yang efektif karena persentase penurunan yang diperoleh di atas 50 %.

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dengan judul ”Pemanfaatan Tanaman Kelor (*Moringa Alocvera*) Sebagai Koagulan Treatment Air Gambut Dengan Indikator pH,dan Amoniak”. Sampling Air Gambut Berlokasi di Jalan Kalibata, atau Jl. Gobos 14 ujung, Kota Palangka Raya. Pengujian sampel di Lakukan di Laboratorium Lingkungan Universitas Muhammadiyah Kota Palangka Raya, Jl. RTA Milono, Langkai, Kec. Pahandut, Kota Palangka Raya, Kalimantan Tengah.

3.1.1 Tempat Penelitian



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian

Sumber: Peneliti (2024)

3.1.2 Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan berdasarkan lama waktu kegiatan penelitian dimulai dengan melakukan pengajuan judul proposal, pembuatan proposal, kegiatan penelitian, dan pengumpulan yang mana membutuhkan waktu kurang lebih 7 (bulan) bulan yaitu dimulai dari bulan Desember 2023-Juni 2024.

Tabel 3.1 Waktu Penelitian

| | | Tahun 2023 | | | Tahun 2024 | | | | | |
|------------------|------------------------|------------|-----|-----|------------|-----|-----|-----|------|------|
| Tahap Penelitian | | Nov | Des | Jan | Feb | Mar | Apr | Mei | Juni | Juli |
| Pengajuan | Judul | ■ | | | | | | | | |
| | Proposal | ■ | | | | | | | | |
| | Pembuatan Proposal | | ■ | ■ | | | | | | |
| | Seminar Proposal | | ■ | ■ | | | | | | |
| | Kegiatan Penelitian | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | | |
| | Penyusunan Tugas Akhir | | | | | | | ■ | ■ | |
| | Seminar Hasil | | | | | | | | ■ | |
| | Mengumpulkan | | | | | | | | | ■ |
| | Tugas Akhir | | | | | | | | | ■ |

Sumber: Peneliti (2024)

3.2 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan pada penelitian ini tentang “Efektifitas Pemanfaatan Biji dan Daun Kelor (*Moringa Alocvera*) sebagai Koagulan alami Pada Air Gambut”. Pengambilan sampel air gambut dilakukan di lokasi Drainase Kalibata, Jl. Gobos 14 ujung, Kota Palangka Raya, Provinsi Kalimantan tengah”. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan pendekatan kuantitatif. Penelitian eksperimen merupakan pendekatan penelitian cukup khas. Kekhasan tersebut di perhatikan oleh dua hal, penelitian eksperimen menguji secara langsung pengaruh satu variabel terhadap variabel lainnya, menguji hipotesis hubungan sebab akibat (Syaodih, 2009: 194). Kegiatan eksperimen yang akan dilakukan dengan melakukan uji laboratorium untuk mengetahui efektifitas Pemanfaatan Biji Kelor (*Moringa Alocvera*) Sebagai Koagulan alami Pada Air Gambut.

3.3 Variabel Penelitian

Menurut Azwar (1998) menyatakan bahwa variabel adalah beberapa fenomena atau gejala utama dan beberapa fenomena lain yang relevan mengenai atribut atau sifat yang terdapat pada subjek penelitian.

3.3.1 Variabel Bebas

Variabel bebas (Independen) adalah variabel yang dipandang sebagai penyebab bagi terjadinya perubahan pada variabel terikat. Variabel bebas yang digunakan untuk mengetahui waktu dan pengaruh koagulan alami 13 jam sampai 24 jam.

3.3.2 Variabel Terikat

Menurut Arikunto (2002) Variabel terikat adalah variabel akibat adanya dari variabel bebas. Variabel terikat adalah sesuatu yang mempengaruhi variabel yang lain, di penelitian ini variabel terikat adalah untuk menaikkan nilai kadar pH pada air gambut dan menurunkan kadar warna air gambut.

3.4 Populasi dan Sampel

Menurut Rumidi (2002), Populasi adalah keseluruhan objek penelitian baik terdiri dari benda yang nyata, abstrak, peristiwa atau gejala yang

merupakan sumber data dan memiliki karakter tertentu dan sama. Populasi dalam penelitian ini adalah air gambut di saluran drainase kalibata.

Menurut Arikunto (2010) sampel adalah sebagian atau wakil populasi yang diteliti. Dinamakan penelitian sampel apabila kita bermaksud untuk menggeneralisasikan hasil penelitian sampel. Pada penelitian ini sampel yang digunakan adalah air gambut.

3.5 Teknik Pengumpulan Data Experimen

Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah teknik sampling dan eksperimen. Sampling adalah cara mengumpulkan data dengan cara mencatat dan hanya meneliti sampel nya saja. Dalam penelitian ini adalah data yang diperlukan adalah:

3.5.1 RAK (Rancangan Acak Kelompok)

RAK (Rancangan Acak Kelompok) RAK adalah suatu rancangan acak terbatas dengan mula-mula mengelompokkan satuan percobaan ke dalam grup-grup yang homogen, dinamakan kelompok (block), dan kemudian menentukan perlakuan secara acak di dalam kelompok-kelompok tersebut. Rancangan ini baik digunakan jika keheterogenan unit percobaan berasal dari satu sumber keragaman.

Tabel 3.2 RAK (Rancangan Acak Kelompok)

| Koagulan yang Di Gunakan Pada Percobaan Adalah koagulan biji dan daun kelor | Air Gambut Sebanyak 500 ml | Air Gambut Sebanyak 500 ml | Air Gambut Sebanyak 500 ml |
|--|--|--|--|
|  |  |  |  |

| Koagulan yang Di Gunakan Pada Percobaan Adalah koagulan biji dan daun kelor | Air Gambut Sebanyak 500 ml | Air Gambut Sebanyak 500 ml | Air Gambut Sebanyak 500 ml |
|---|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| | | | |
| | | | |

Sumber: Peneliti (2024)

Sampel air gambut yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 500 ml dan menggunakan koagulan dari biji kelor dan daun kelor sebanyak 10 g, 15 g, dan 20 g.

3.5.1 Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh dari proses pengumpulan data melalui hasil pengamatan, observasi, hasil uji sampel yang dilakukan di laboratorium, dan hasil perhitungan efektifitas dari penurunan pH, warna, dan adapun yang diamati adalah dari perubahan Warna yang terkandung dalam air gambut sebelum dan setelah diberi perlakuan dengan menggunakan koagulan dari serbuk biji kelor (*Moringa Oliefera*).

3.5.2 Data Sekunder

Data sekunder yang didapat melalui dari studi penelitian terdahulu baik itu buku, jurnal, karya ilmiah. Sumber data sekunder pada penelitian ini melalui penelusuran jurnal, buku tentang pengolahan air gambut, dan penelusuran perpustakaan.

3.6 Alat dan Bahan

Bahan – bahan yang digunakan dalam penelitian ini air gambut, biji kelor dan daun kelor sebagai koagulan alami, aquades. Alat – alat yang digunakan jerigen air 5 liter, alu dan lumpang, oven elektrik, beaker glas 500 ml, kertas saring, pengayak 60 sampai 100 mesh, alat pengukur pH meter, gayung, timbangan analitik, alat pengaduk atau Jar Test Flocculator 4 Spindle.

Tabel 3.3 Alat dan Bahan Yang Digunakan Saat Melakukan Eksperimen

| No | Alat dan Bahan | Jumlah Bahan dan alat yang digunakan | Kegunaan |
|----|----------------------------|--------------------------------------|---|
| 1 | Air Gambut | 30 liter | Sebagai air sampel |
| 2 | Serbuk Biji kelor dan daun | 1kg 200 g | Sebagai alternatif koagulan alami |
| 3 | Aquades | 1 liter | Untuk mensterilkan alat-alat yang akan digunakan |
| 4 | Jerigen Air | 5 liter, 6 buah | Sebagai penampungan sampel sementara |
| 5 | Alu+ Lumpang | 1 buah | Untuk menghaluskan biji dari tanaman kelor dan serbuk dari batang kelor |
| 6 | Oven elektrik | 1 buah | Untuk mengeringkan bahan yaitu biji kelor dan serbuk batang kelor |

Lanjut Tabel 3.3

| No | Alat dan Bahan | Jumlah Bahan dan alat yang digunakan | Kegunaan |
|----|--------------------|--------------------------------------|---|
| 7 | Beaker glas | 500 ml, 4 buah | Untuk menampung air sampel yang akan di beri perlakuan |
| 8 | Kertas saring | 1 kotak | Sebagai penyaring air sampel yang akan di uji |
| 9 | Pengayak | 60 sampai 100 mesh, 1 buah | Untuk mendapat serbuk dari biji kelor dan daun kelor yang di inginkan |
| 10 | pH meter | 1 buah | Untuk mengukur pH sampel yang akan di uji |
| 11 | Gayung | 1 buah | Untuk mengambil sampel |
| 12 | Timbangan analitik | 1 buah | Untuk menimbang serbuk koagulan |
| 13 | Jartes Flocculator | 1 buah | Untuk proses koagulasi dan flokulasi |

Sumber: Penelitian (2024)

3.7 Jenis – Jenis Koagulan Yang Di Gunakan

Koagulan merupakan bahan kimia yang dibutuhkan untuk membantu proses pengendapan partikel-partikel kecil yang tidak dapat mengendap dengan sendirinya secara gravitasi. Secara umum terdapat dua jenis koagulan yaitu koagulan anorganik dan organik. Beberapa contoh koagulan anorganik yang sering digunakan adalah *Poly Aluminium Chloride* (PAC), *Ferric Chloride* (FeCl_3) dan *Aluminium Sulphate* ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$). Koagulan organik yang seringdigunakan adalah biji kelor (*Moringa oleifera*) (Ramadhani, 2013).

3.8 Alat Yang di Gunakan Pada Proses Koagulasi dan Flokulasi

Metode Jar Test merupakan metode standar yang digunakan untuk menguji proses koagulasi data yang didapat dengan melakukan jar test antara lain dosis optimum penambahan koagulan, lama pengendapan serta volume endapan yang terbentuk. Metode pengujian koagulasi dan flokulasi dengan

cara jar test ditetapkan dalam SNI 19-6449-2000 termasuk prosedur umum untuk pengolahan dalam rangka mengurangi bahan terlarut, koloid dan yang tidak mengendap dalam air dengan menggunakan zat pelarut organik pada proses koagulasi dan flokulasi dilanjutkan dengan proses pengendapan (Risdianto,2007:50).



Gambar 3.2 Alat *Jar Test 4 Spindle* Prosedur Penelitian

Sumber: Penelitian (2024)

Prosedur kerja pada penelitian sebagai berikut :

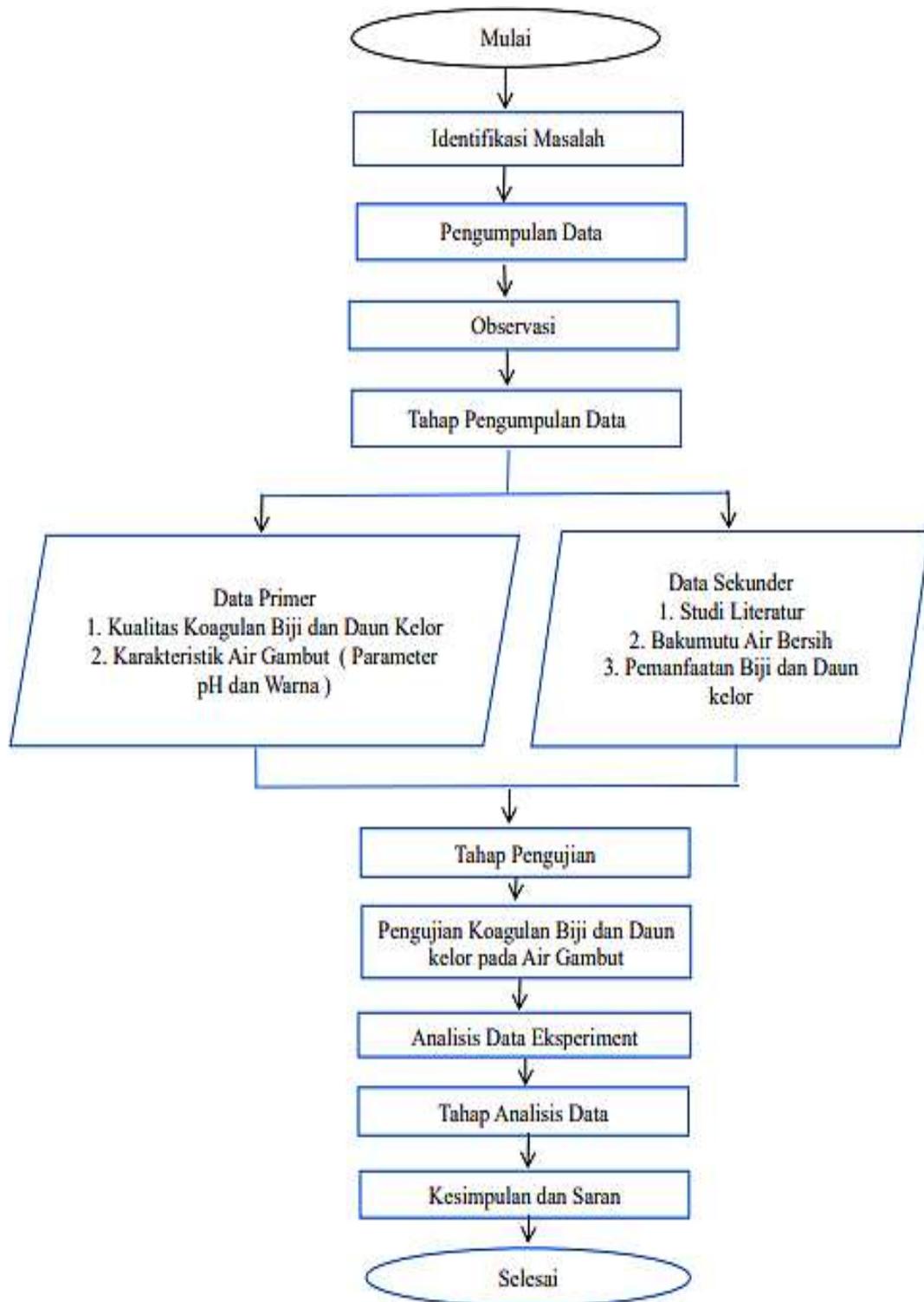
1. Menyiapkan bahan dan alat untuk pengolahan air gambut.
2. Pengambilan air gambut menggunakan gayung lalu di masukan kedalam jrigen sebanyak 30 liter kemudian di analisis untuk menguji nilai awal dari pH, dan Amoniak menggunakan alat pengukur pH meter dan alat pengukur Amoniak .
3. Bersihkan biji dan daun kelor dengan menggunakan air bersih kemudian di taro di wadah yang bersih.
4. Kemudian biji dan daun kelor yang sudah di cuci bersih di masukan kedalam oven unuk dilakukan proses pengeringan selama 2 jam.
5. Setelah selesai dari oven kemudian biji buah kelor di tumbuk menggunakan alat alu dan lumpang hingga halus.
6. Kemudian biji buah kelor yang sudah halus di ayak menggunakan ayakan ukuran 60 – 100 mesh.

7. Setelah di ayak kemudian serbuk biji buah kelor dan daun kelor yang sudah dilakukan proses pengayakan di tambahkan ke dalam air gambut yang akan di beri perlakuan menggunakan alat *Jar Test*.
8. Kemudian air gambut yang sudah di beri koagulan biji buah kelor dan daun kelor sebanyak 10 g untuk percobaan awal kemudian di aduk menggunakan alat *Jar Test* selama 10 menit dengan pengadukan cepat dengan kecepatan 120 rpm dan dilakukan percobaan sebanyak 15 kali.
9. Setelah itu di tahap uji coba kedua air gambut di tambahkan koagulan biji kelor sebanyak 15 g dan di aduk menggunakan alat *Jar Test* dengan kecepatan 120 rpm selama 10 menit dan pengadukan cepat dan dilakukan percobaan sebanyak 15 kali.
10. Setelah itu di tahap uji coba ketiga air gambut di tambahkan koagulan biji kelor sebanyak 20 g dan di aduk dengan alat *Jar Test* dengan kecepatan 120 rpm selama 10 menit dan dilakukan percobaan sebanyak 15 kali.
11. Setelah di tahap uji coba ke empat di lakukan pada air gambut dengan penambahan koagulan alami dari daun kelor sebanyak 10 g dan di aduk dengan alat *Jar Test* dengan kecepatan 120 rpm dengan waktu 10 menit dan dilakukan percobaan sebanyak 15 kali
12. Kemudian air gambut yang sudah diberi perlakuan tersebut di diam selama 24 jam kemudian pengecekan ulang kadar pH nya, dan warna pada air gambut.

3.9 Analisis Data dan pengelolaan Data Eksperimen

Analisis dan pengolahan data eksperiment yang di peroleh dari hasil analisis parameter pH, dan warna. Kemudian hasil dari penelitian ini di sajikan dalam bentuk tabel yang mana selanjutnya akan dilakukan analisis secara deskriptif untuk mengetahui seberapa efektif koagulan alami dari biji kelor dan daun kelor pada pengolahan air gambut.

3.10 Kerangka Alur Penelitian



Gambar 3.2 Kerangka Penelitian

Sumber: Peneliti (2024)

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Hasil penelitian tentang Pemanfaatan Tanaman Kelor (*Moringa oleifera*) sebagai koagulan alami pengolahan air gambut dengan perlakuan sebagai berikut:

Tabel 4.1 Perlakuan Pada Biji Kelor

| No | Perlakuan | Ulangan |
|----|--------------------------|---------|
| 1 | 10 g koagulan/500 ml air | 15 Kali |
| 2 | 15 g koagulan/500 ml air | |
| 3 | 20 g koagulan/500 ml air | |

Sumber: Peneliti (2024)

Perlakuan yang diberikan pada air gambut baik dari pH dengan kondisi keasaman 2 hingga 4 dan warna (Berwarna), setelah diberikan perlakuan, hasil yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 4.2 berikut:

Tabel 4.2 Hasil Analisis Biji Kelor

| Ulangan | pH | | | Warna Sebelum Perlakuan |
|---------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------------|
| | Perlakuan 1 (500 ml) | Perlakuan 2 (500 ml) | Perlakuan 3 (500 ml) | |
| 1 | 3,90 | 2,80 | 2,04 | Berwarna Merah Kecokelatan |
| 2 | 4,52 | 2,81 | 2,12 | |
| 3 | 4,52 | 2,62 | 2,19 | |
| 4 | 4,42 | 2,64 | 2,25 | |
| 5 | 3,43 | 2,43 | 2,40 | |
| 6 | 3,42 | 2,51 | 2,39 | |
| 7 | 3,36 | 2,28 | 2,44 | |
| 8 | 3,32 | 2,25 | 2,29 | |
| 9 | 3,20 | 2,07 | 2,31 | |
| 10 | 3,33 | 2,80 | 2,18 | |
| 11 | 2,61 | 2,06 | 2,21 | |
| 12 | 2,60 | 2,33 | 2,04 | |
| 13 | 2,91 | 3,35 | 2,13 | |
| 14 | 3,09 | 2,28 | 2,06 | |
| 15 | 3,11 | 2,20 | 2,15 | |

Sumber: Peneliti (2024)

Perlakuan yang di berikan pada air gambut baik dari pH dengan kondisi keasaman air gambut 3 hingga 2 dan, warna (Berwarna), setelah diberikan perlakuan, hasil yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 4.3 berikut:

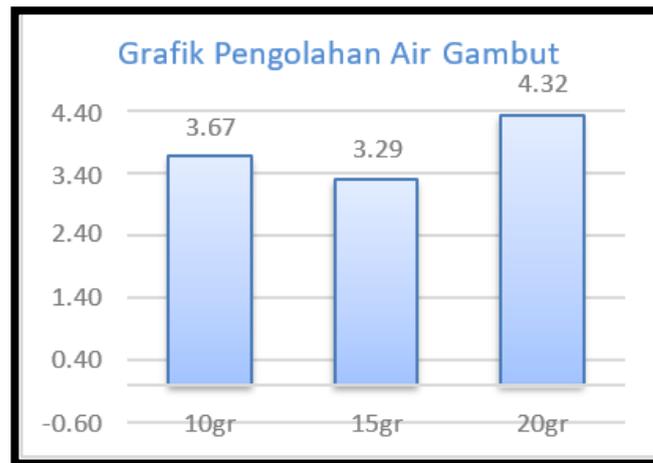
Tabel 4.3 Hasil Analisis Biji Kelor

| Ulangan | pH | | | Warna Sesudah Perlakuan |
|---------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------|
| | Perlakuan 1 (10 g/500 ml) | Perlakuan 2 (15 g/500 ml) | Perlakuan 3 (20 g/500 ml) | |
| 1 | 4,07 | 3,15 | 4,17 | |
| 2 | 4,2 | 2,92 | 4,18 | |
| 3 | 4 | 3,01 | 4,14 | |
| 4 | 4,32 | 3,04 | 4,36 | |
| 5 | 4,12 | 3,28 | 4,86 | |
| 6 | 3,91 | 3,02 | 4,27 | Mengalami |
| 7 | 3,52 | 2,9 | 4,37 | Perubahan |
| 8 | 3,45 | 3,01 | 4,31 | Warna Yang |
| 9 | 3,29 | 2,94 | 4,4 | Lebih Jernih |
| 10 | 3,47 | 3,11 | 4,25 | Dari Warna |
| 11 | 3,42 | 2,87 | 4,81 | Sebelumnya |
| 12 | 3,37 | 3,18 | 4,17 | |
| 13 | 3,23 | 4,19 | 4,15 | |
| 14 | 3,31 | 4,48 | 4,2 | |
| 15 | 3,33 | 4,24 | 4,18 | |

Sumber: Peneliti (2024)

Hasil pada Tabel 4.3 Menunjukkan pH air gambut yang di lakukan pengulangan sebanyak 15 kali untuk percobaan pertama menggunakan koagulan sebanyak 10 g biji kelor mengalami perubahan pH dari pH awal 3,90 menjadi pH 4,07 dan pada percobaan ke dua dengan menggunakan koagulan dari biji kelor sebanyak 15 gram dan pengulangan sebanyak 15 kali pH awal air gambut 2,80 dan setelah diberi perlakuan menggunakan koagulan dari biji kelor mengalami peningkatan menjadi pH 3,15 dan percobaan ke tiga menggunakan koagulan biji kelor 20 gram dan dilakukan pengulangan sebanyak 15 kali pH awal air gambut 2,04 setelah dilakukan penambahan koagulan dari biji kelor mengalami peningkatan menjadi pH 4,17 dari percobaan diatas pH pada air gambut tidak menunjukkan perubahan yang cukup banyak dan pH tersebut masih di bawah standar baku mutu air bersih yaitu pH sekitar 6,5 sampai 9 dan yang sudah ditentukan oleh Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 32/Menkes/Per/IX/2017, Sedangkan untuk warna mengalami perubahan dari warna awal menjadi lebih jernih karena adanya zat aktif (*4-alfa-4-rhamnosyloxybenzil-isothiocyanate*) yang terkandung dalam biji kelor yang cenderung bermuatan positif, sehingga dapat

mendestabilisasikan koloid yang bermuatan negatif. (Ritwan, 2004). yang dapat mengikat warna pada air gambut.



Gambar 4.1 Grafik Pengolahan Air Gambut Menggunakan Koagulan Alami Biji Kelor Pada Parameter pH

Sumber: Peneliti (2024)

Gambar Grafik 4.1 dari Tabel 4.3 di atas dapat dilihat pengolahan air gambut menggunakan koagulan alami dari biji kelor mengalami peningkatan pH pada percobaan pertama sebesar 3,67 dan pada percobaan 41 kedua pH air mengalami penurunan menjadi 3,29 pada percobaan ketiga pH air gambut menunjukkan peningkatan cukup banyak menjadi 4,32, dari percobaan pertama , kedua dan ketiga meski Ph nya masih dalam kondisi asam dan air dari pengolahan koagulan dari biji kelor masih belum cukup efektif untuk menaikan pH air gambut dan masih dibawah standar baku mutu air bersih Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 32/Menkes/Per/IX/2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air bersih.

Tabel 4.4 Perlakuan Pada Daun kelor

| No | Perlakuan | Ulangan |
|----|--------------------------|---------|
| 1 | 10 g koagulan/500 ml air | 15 Kali |

Sumber: Peneliti (2024)

Tabel 4.5 Perlakuan yang di berikan pada air gambut baik dari pH dengan kondisi keasaman air gambut 3 hingga 2 dan, warna (Berwarna), sebelum diberikan perlakuan, hasil yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel berikut:

Tabel 4.5 Hasil Analisis Pada Daun Kelor

| Ulangan | pH Perlakuan 1 (500 ml) | Warna Sebelum Perlakuan |
|---------|-------------------------------|---------------------------------------|
| 1 | 2,28 | |
| 2 | 2,39 | |
| 3 | 2,50 | |
| 4 | 2,49 | |
| 5 | 2,18 | |
| 6 | 2,08 | |
| 7 | 2,12 | |
| 8 | 2,15 | Warna Air Gambut Merah Kecokelatan |
| 9 | 1,88 | |
| 10 | 1,85 | |
| 11 | 1,88 | |
| 12 | 1,99 | |
| 13 | 1,95 | |
| 14 | 1,95 | |
| 15 | 2,03 | |

Sumber: Peneliti (2024)

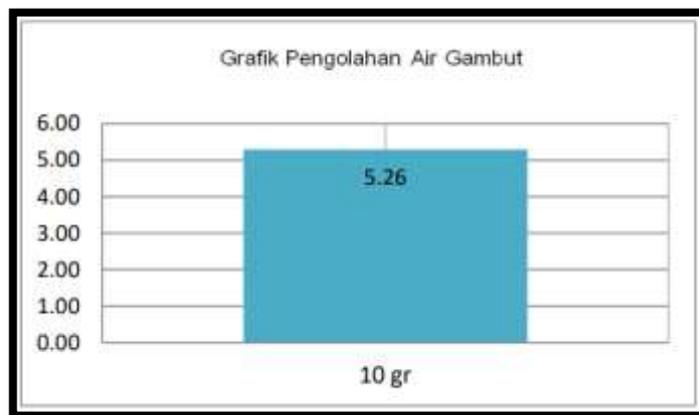
Perlakuan yang diberikan pada air gambut baik dari pH dengan kondisi keasaman 2 hingga 3 dan warna (Berwarna), setelah diberikan perlakuan koagulan 10 g daun kelor, hasil yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 4.6 berikut:

Tabel 4.6 Hasil Analisis Pada Daun Kelor

| Ulangan | pH Perlakuan 1 (10 g/500 ml) | Warna Setelah Perlakuan |
|---------|------------------------------------|---|
| 1 | 5,24 | |
| 2 | 5,23 | |
| 3 | 5,24 | |
| 4 | 5,23 | |
| 5 | 5,26 | |
| 6 | 5,26 | Mengalami Perubahan Warna Lebih Pekat Dari Warna Sebelum Dilakukan Percobaan |
| 7 | 5,28 | |
| 8 | 5,27 | |
| 9 | 5,27 | |
| 10 | 5,31 | |
| 11 | 5,21 | |
| 12 | 5,21 | |
| 13 | 5,3 | |
| 14 | 5,32 | |
| 15 | 5,28 | |

Sumber: Peneliti (2024)

Hasil pada Tabel 4.6 menunjukkan terkait dengan pH air gambut setelah dilakukan sebanyak 15 kali dengan menggunakan koagulan daun kelor sebanyak 10 g , pH menunjukkan perubahan dari pH awal 2,48 menjadi 5,24 pH air gambut, sedangkan untuk warna mengalami perubahan dari warna awal air gambut, koagulan dari daun kelor tidak dapat menaikkan pH yang cukup banyak pada air gambut dan pH dari pengolahan menggunakan koagulan dari daun kelor masih jauh dari ketentuan air ersih yang nilai pH nya (6 sampai 9) yang sudah diatur di Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 32/Menkes/Per/IX/2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air untuk keperluan Hygiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua dan Pemandian Umum, tersebut, dan koagulan dari daun kelor tersebut tidak dapat mengikat warna pada air gambut tapi bisa digunakan untuk menaikkan pH pada air gambut, karena adanya zat aktif (*4-alfa-4-rhamnosyloxybenzil-isothiocyanate*) yang terkandung dalam biji kelor yang cenderung bermuatan positif, sehingga dapat mendestabilisasikan koloid yang bermuatan negatif. (Ritwan, 2004).



Gambar 4.2 Grafik Pengolahan Air Gambut Menggunakan Koagulan Alami Daun Kelor pada Parameter pH

Sumber: Peneliti (2024)

Gambar grafik 4.2 diatas dapat dilihat pengolahan air gambut menggunakan koagulan alami dari daun kelor mengalami peningkatan pH yang cukup signifikan dan meski pH nya masih dalam kondisi asam.

4.2 Pembahasan

4.2.1 Pengolahan Air Bersih

Hasil penelitian pada Tabel 4.3 Pada proses pengolahan air gambut menggunakan koagulan biji kelor mengalami peningkatan pH air gambut sebelum dan sesudah di beri perlakuan. Pada percobaan pertama pH air gambut mengalami peningkatan setelah dilakukan proses pengolahan menggunakan koagulan biji kelor sebanyak 10 gram pada percobaan tersebut dilakukan pengulangan sebanyak 15 kali dengan metode koagulasi yang didiamkan selama 24 jam, dan dilakukan pengukuran ulang pH dengan alat Ph meter hasil yang didapat.

Hasil yang didapatkan pada pengulangan pertama yaitu dengan pH 4,07 dan pada pengulangan kedua didapatkan hasil dengan pH 4,2 pada pengulangan yang ketiga didapatkan hasil dengan pH 4, untuk percobaan selanjutnya yang ke empat 4 didapatkan hasil dengan nilai pH 4,32 percobaan kelima didapatkan hasil dengan nilai pH 4,12 percobaan keenam didapatkan hasil dengan nilai pH 3,91 percobaan ketujuh didapatkan hasil dengan pH 3,52 percobaan kedelapan didapatkan hasil dengan nilai pH 3,45 percobaan kesembilan didapatkan hasil dengan nilai pH 3,29 percobaan kesepuluh didapatkan hasil dengan nilai pH 3,47 percobaan kesebelas didapatkan hasil dengan nilai pH 3,42 percobaan kedua belas didapatkan hasil dengan nilai pH 3,37 percobaan ketiga belas didapatkan hasil dengan nilai pH 3,32 percobaan keempat belas didapatkan hasil dengan nilai pH 3,31 percobaan kelima belas didapatkan hasil dengan nilai pH 3,33 dari percobaan tersebut di dapatlah angka pH tertinggi yaitu 4 sedangkan angka terendah pada percobaan tersebut adalah pH 3.

Untuk percobaan kedua menggunakan koagulan biji kelor sebanyak 15 gram dengan pengulangan sebanyak 15 kali dengan metode koagulasi dan di amkan selama 24 jam kemudian dilakukan pengecekan pH menggunakan alat pH meter yang dilakukan pengecekan ulang sebanyak 15 kali.

pH air gambut yang didapatkan pada pengulangan pertama dengan hasil pH 3,18, pengulangan kedua di dapatkan hasil dengan nilai pH 2,95, pengulangan ketiga didapatkan hasil dengan pH 3,01, pengulangan keempat didapatkan hasil dengan pH 3,04, pengulangan kelima didapatkan hasil dengan pH 3,28, untuk pengulangan keenam didapatkan hasil dengan pH 3,02, untuk pengulangan yang ketujuh didapatkan hasil dengan pH 2,09, selanjutnya pada pengulangan kedelapan didapatkan hasil dengan nilai pH 3,01, kemudian pada pengulangan kesembilan didapatkan hasil dengan nilai pH 2,94, kemudian dengan pengulangan kesepuluh didapatkan hasil dengan nilai pH 3,11, selanjut pada pengulangan kesebelas didapatkan hasil dengan nilai pH 2,87, dan selanjutnya dengan pengulangan kedua belas didapatkan hasil dengan nilai pH 3,18, kemudian pada pengulangan ketiga belas didapatkan hasil dengan nilai pH 4,19, setelah itu pada pengulangan keempat belas didapatkan hasil dengan nilai pH 4,48, kemudian pada pengulangan kelima belas didapatkan hasil dengan nilai pH 4,24 dari percobaan kedua tersebut di dapatlah angka pH tertinggi yaitu 4 sedangkan pH terendah pada percobaan kedua tersebut adalah 2.

Untuk percobaan ketiga dengan menggunakan koagulan dari biji kelor sebanyak 20 gram dengan metode koagulasi dan didiamkan selama 24 jam dan dilakukan pengukuran ulang pada pH air gambut yang sudah diberi perlakuan dengan alat pH meter dan untuk tersebut percobaan dilakukan pengulangan sebanyak 15 kali.

Pada percobaan kesatu didapatkan hasil dengan nilai pH 4,17 percobaan kedua didapatkan hasil dengan nilai pH 4,18 percobaan ketiga didapatkan hasil dengan nilai pH 4,14 percobaan keempat didapatkan hasil dengan nilai pH 4,36 percobaan kelima didapatkan hasil dengan nilai pH 4,86 percobaan keenam didapatkan hasil dengan nilai pH 4,27 percobaan ketujuh didapatkan hasil dengan nilai pH 4,37 percobaan kedelapan didapatkan hasil dengan nilai pH 4,31 percobaan kesembilan didapatkan hasil dengan nilai pH 4,04 percobaan kesepuluh didapatkan hasil dengan nilai pH 4,25 percobaan kesebelas didapatkan hasil dengan

nilai pH 4,81 percobaan kedua belas didapatkan hasil dengan nilai pH 4,17 percobaan ketiga belas didapatkan hasil dengan nilai pH 4,15 percobaan keempat belas didapatkan hasil dengan nilai pH 4,02 percobaan kelima belas didapatkan hasil dengan nilai pH 4,18 dari proses pengolahan air gambut dengan menggunakan koagulan biji kelor didapatkan angka tertinggi pH dengan nilai 4,86 dan hasil tersebut pH air gambut masih jauh dari layak digunakan untuk kegiatan sehari – hari dan air tersebut jauh dari baku mutu air bersih seperti yang ditetapkan dari Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 32/Menkes/Per/IX/2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air untuk keperluan Hygiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua dan Pemandian Umum, meski mengalami perubahan warna pada air menjadi lebih jernih dari warna awal air gambut sebelum dilakukan pengolahan.

Hasil pengolahan air gambut menggunakan koagulan daun kelor pada Tabel 4.6 untuk indikator pH dan warna dengan percobaan pertama menggunakan koagulan dari daun kelor sebanyak 10 gram dengan metode koagulasi dan dilakukan pengulangan sebanyak 15 kali dan didiamkan selama 24 jam setelah itu dilakukan pengecekan ulang pH menggunakan alat pH meter.

Untuk percobaan pertama pH yang didapatkan dari hasil tersebut 5,24, kemudian untuk percobaan kedua pH yang didapatkan dari hasil tersebut 5,23, selanjutnya untuk percobaan yang ketiga pH yang didapatkan dari hasil tersebut 5,24, untuk selanjutnya percobaan keempat pH yang didapat dari hasil tersebut 5,23, kemudian pada percobaan kelima pH yang didapatkan dari hasil tersebut 5,26, setelah itu untuk percobaan keenam nilai pH yang didapatkan dari hasil tersebut 5,26, selanjutnya pada percobaan ketujuh nilai pH yang didapatkan dari hasil tersebut 5,28, kemudian pada setelah itu pada percobaan kedelapan nilai pH yang didapatkan dari hasil tersebut 5,27, selanjutnya pada percobaan kesembilan nilai pH yang didapatkan dari hasil tersebut 5,27, kemudian untuk percobaan kesepuluh nilai pH yang

didapatkan dari hasil tersebut 5,31, untuk selanjutnya pada percobaan kesebelas nilai pH yang didapatkan dari hasil tersebut 5,21, kemudian untuk percobaan kedua belas nilai pH yang didapatkan dari hasil tersebut 5,21, setelah itu untuk percobaan ketiga belas nilai pH yang didapatkan dari hasil tersebut 5,03, kemudian pada percobaan keempat belas nilai pH yang didapatkan dari hasil tersebut 5,32, selanjutnya untuk percobaan kelima belas pH yang didapatkan dari hasil pengukuran tersebut 5,28 koagulan dari daun kelor masih belum cukup untuk menaikkan pH dari air gambut meski nilai pH mengalami perubahan dari pH awal air gambut sebelum diberi perlakuan.

Disini untuk penggunaan koagulan daun kelor dilakukan percobaan hanya satu kali dengan pengulangan 15 kali, dikarenakan keterbatasan bahan yang saya miliki dan nilai pH tertinggi yang didapatkan dari pengolahan air gambut menggunakan koagulan alami dari daun kelor adalah 5 dan pH tersebut masih jauh dari baku mutu air bersih dan belum layak digunakan seperti yang ditetapkan oleh Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 32/Menkes/Per/IX/2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air untuk keperluan Hygiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua dan Pemandian Umum, koagulan dari daun kelor tidak dapat mengikat warna dari air gambut.

Tabel 4.7 Baku mutu yang ditetapkan oleh Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 32/Menkes/Per/IX/2017 sebagai berikut:

Tabel 4.7 Baku mutu untuk air bersih parameter fisik

| NO | Standar Wajib | Unit | Standar Baku Mutu |
|-----------|----------------------|-------------|--------------------------|
| 1 | Kekeruhan | NTU | 25 |
| 2 | Warna | TCU | 50 |
| 3 | Zat padat terlarut | Mg/l | 1000 |

Lanjut Tabel 4.7

| NO | Standar Wajib | Unit | Standar Baku Mutu |
|-----------|-------------------------|-------------|--------------------------|
| 4 | (Total Dissolved Solid) | | |
| 5 | Suhu | °C | Suhu Udara ± 3 |
| 6 | Rasa | - | Tidak Berasa |
| 7 | Bau | - | Tidak Berbau |

Sumber : Permenkes (2017)

Tabel 4.8 Baku mutu air bersih dengan parameter kimia sebagai berikut:

Tabel 4.8

| NO | Parameter | Unit | Standar Baku mutu (Kadar Maksimum) |
|-----------|-------------------|-------------|---|
| 1 | pH | mg/l | 6,5 – 8,5 |
| 2 | Besi | mg/l | 1 |
| 3 | Kesadahan (CaCo3) | mg/l | 1,5 |
| 4 | Mangan | mg/l | 500 |
| 5 | Nitrat (N) | mg/l | 0,5 |
| 6 | Nitrit (N) | mg/l | 10 |
| 7 | Seng | mg/l | 15 |
| 8 | Sulfat | mg/l | 400 |
| 9 | Timbal | mg/l | 0,05 |
| 10 | Kadmium | mg/l | 0,005 |

Sumber : Permenkes (2017)

4.2.2 Dampak pH Air yang Terlalu Asam Bagi Air Permukaan

Air gambut memiliki karakteristik unik dengan parameter derajat keasaman yang tinggi (pH antara 3-5), intensitas warna merah kecokelatan hingga kehitaman dengan kandungan bahan organik yang

tinggi, konsentrasi sedimen tersuspensi tinggi, serta memiliki konsentrasi logam Fe dan karbon organik yang tinggi. Karakteristik air gambut seperti ini sebetulnya menjadi tantangan terbesar yang di hadapi ketika melakukan pengolahan air gambut menjadi sumber air bersih, dan dampak pH air terlalu asam mengakibatkan berkurangnya ekosistem biota air yang hidup di air tersebut, dan apabila di bandingkan dengan standar baku mutu kesehatan lingkungan dan persyaratan kesehatan air bersih (Peraturan Menteri Kesehatan No. 32 Tahun 2017), kondisi air gambut yang seperti ini memang belum memenuhi standar baku mutu untuk di olah menjadi air bersih.

4.2.3 Dampak pH Air Menurut Permenkes Air Bersih

Air gambut berwarna coklat tua sampai kehitaman (124 – 850 PtCo), memiliki kadar organik yang tinggi (138 – 1560 mg/lit KmnO₄) dan bersifat asam (pH 3,7 – 5,3). Air gambut tergolong air tidak memenuhi persyaratan air bersih yang ditetapkan oleh Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 32/Menkes/Per/IX/2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air untuk keperluan Hygiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua dan Pemandian Umum, Jika air yang digunakan tidak memenuhi standart baku mutu maka dapat memberikan pengaruh bagi kesehatan manusia di antaranya dapat memicu kanker,dan dapat mengganggu kesehatan dalam jangka panjang, dan terlebih lagi air gambut juga di katakan dengan pH air rendah dan apabila sering digunakan dapat menimbulkan kerusakan gigi dan sakit perut (Notodarmojo , 1994).

4.2.4 Potensi Penggunaan Tanaman Kelor

Penggunaan tanaman kelor disini adalah biji kelor dan daun kelor yang sudah tua dan tanaman ini mudah didapat dan dicari terutama di daerah tropis, biji buah kelor yang tua juga dapat digunakan sebagai koagulan yang efektif karena adanya zat aktif (*4-alfa-4-rhamnosyloxybenzil-isothiocyanate*) yang terkandung dalam biji kelor yang cenderung bermuatan positif, sehingga dapat mendestabilisasikan

koloid yang bermuatan negatif. (Ritwan, 2004). Sehingga dapat mengurangi penggunaan koagulan sitetik yang berbahaya kimia dan koagulan dari biji kelor, daun kelor juga berpotensi menjadi koagulan yang ramah lingkungan dan koagulan dari biji kelor, daun kelor dapat menjadi pengganti koagulan sintetik. Menurut Risianto (2009) keuntungan penggunaan biji dan daun kelor sebagai koagulan dalam pengolahan air gambut caranya sangat mudah, tidak berbahaya bagi kesehatan, ekonomis dan kualitas air menjadi lebih baik (jernih). Gambar dibawah ini melakukan penyiapan bahan yang akan dimasukkan kedalam oven untuk melakukan pengeringan pada bahan koagulan alami dari biji kelor dan daun kelor.



Gambar 4.3 Menyiapkan Bahan Untuk Dilakukan Peng Ovenan

Sumber: Peneliti (2024)

4.2.5 Keasaman Air Gambut pada Parameter pH



Gambar 4.4 Pengukuran pH Air Gambut Sebelum Dilakukan Proses Pengolahan Menjadi Air Bersih

Sumber: Peneliti (2024)

Tingkat keasaman air gambut dapat dilihat dari gambar 4.4 yang tertera di atas, gambar diatas air gambut yang ingin diberikan proses koagulasi menggunakan koagulan alami dari tanaman kelor berwarna kuning sampai coklat kehitaman memiliki kadar organik yang tinggi (138 – 1560 mg/lt KmnO_4) dan bersifat asam (pH 3,7 – 5,3) PERMENKES RI No. 197/Tahun 2002 yaitu sebesar 15 TCU maksimal. Air gambut memiliki rasa asam oleh karena kandungan asam yang tinggi, sehingga air gambut tidak layak untuk dikonsumsi langsung oleh masyarakat. Dan dapat dilihat pada gambar dibawah ini untuk pengolahan air gambut sesudah diberikan koagulan alami.



Gambar 4.5 Pengukuran pH Air Gambut Sesudah Dilakukan Proses Pengolahan Menjadi Air Bersih

Sumber: Peneliti (2024)

4.2.6 Warna Pada Air Gambut

Warna adalah salah satu parameter fisik wajib yang ditetapkan oleh Permenkes RI No.416/ Menkes/ PER/IX/2010, sekaligus menyatakan bahwa batas maksimal warna air bersih maksimal 50 skala Pt-Co. Mengalami perubahan dapat menyerap indikator warna yang awalnya berwarna kuning kecokelatan menjadi lebih jernih. Pengaruh serbuk biji kelor untuk menurunkan kekeruhan. Air dapat dikatakan keruh apabila air tersebut mengandung banyak partikel-partikel yang tersuspensi sehingga memberikan warna yang kotor. Dapat dilihat pada gambar dibawah ini perbedaan pada air gambut yang sebelum dilakukan proses pengolahan dan sesudah melakukan proses pengolahan menggunakan koagulan alami.



Gambar 4.6 Perbedaan Warna Sebelum dan Sesudah Dilakukan Pengolahan Pada Air Gambut Menggunakan Koagulan Alami

Sumber: Peneliti (2024)

4.2.7 Bau Pada Air Gambut

Bau pada air gambut dapat disebabkan karena benda asing yang masuk ke dalam air gambut seperti bangkai binatang, bahan buangan, ataupun disebabkan oleh proses penguraian senyawa organik oleh bakteri. Pada peristiwa penguraian senyawa organik yang dilakukan oleh bakteri tersebut dihasilkan gas-gas berbau menyengat dan bahkan ada yang beracun. Dan pada bau setelah diberikan koagulan terdapat perubahan bau yang dihasilkan pada koagulan alami dari biji dan daun kelor.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Pengaruh koagulan alami dari biji kelor dan daun kelor terhadap air gambut kurang efektif untuk menaikkan pH air gambut, koagulan alami dari tanaman kelor dapat mengikat warna air gambut karena dari hasil percobaan yang di lakukan sebanyak 3 kali dengan pengulangan sebanyak 15 kali pH yang dihasil dari peroses koagulasi menggunakan koagulan alami dari biji kelor rata - rata nilai pH yang mucul saat di lakukan penguran ulang menggunakan alat pH meter sebanyak 45 sampel untuk pH, yang muncul 23 kali untuk pH 4, 18 kali untuk pH 3 dan 3 kali untuk pH 2, dan dari 45 sampel yang sudah diuji tidak ada satupun yang berhasil mendekati dari pH 6,5 sampai 7, sehingga pH tersebut masih tergolong asam dan jauh dari ketentuan air bersih yang di tetapkan oleh Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 32/Menkes/Per/IX/2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air untuk keperluan Hygiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua dan Pemandian Umum, Jadi pada penelitian ini bahwa koagulan dari biji dan daun kelor kurang efektif untuk pengolahan pada air gambut.
2. Belum layak digunakan sebagai proses pengolahan pada air gambut karena koagulan dari tanaman ini kurang efektif untuk menaikkan pH dari air gambut tetapi cukup baik dalam proses pengikatan warna dari air gambut.

5.2 Saran

1. Jika ingin menggunakan koagulan alami dari tanaman kelor tersebut harus ada proses pengolahan lebih lanjut seperti menggunakan alat filtrasi agar proses pengolahan air gambut dapat dilakukan dengan secara maksimal dan memperoleh pH dan warna air yang diinginkan.
2. Pemakaian koagulan alami ini kulit luar dari biji kelor harus dikupas terlebih dahulu dan pemakaian harus diatas 100 gram koagulan agar

mendapatkan hasil yang maksimal dan dapat memperoleh pH yang diinginkan oleh peneliti.

3. Pemakaian koagulan alami dari tanaman kelor supaya lebih efektif maka pemakaian koagulan tersebut harus dikombinasikan dengan penambahan koagulan kimia agar pengolahan pada air gambut dapat berhasil.
4. Koagulan alami dari tanaman kelor bisa dijadikan rekomendasi untuk kedepannya karena koagulan dari tanaman kelor sangat aman digunakan dan ramah lingkungan dan tidak memerlukan biaya yang begitu banyak.

DAFTAR PUSTAKA

- A, Phulukdaree Aa. 2016. Chuturgoon *The Antiproliferative Effect Of Moringa Oleifera Crude Aqueous Leaf Extract On Human Esophageal Cancer Cells Journal Of Medical Food* 19, 398-403.
- Badan Standardisasi Nasional. (2000). Metode Pengujian Koagulasi-Flokulasi dengan Cara Jar (pp. 1–11).
- Edwardo, A. Damayanti & L. Rinaldi. 2014. Pengolahan Air Gambut Dengan Media Filter Batu Apung. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 1 (1): 1-12.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air (Bagi Pengelolaan Sumber Daya Dan Lingkungan Perairan)*. Yogyakarta: Kanisius.
- Eri, I. R., Dan Wahyono, H. 2008. Kajian Pengolahan Air Gambut Menjadi Air Bersih Dengan Kombinasi Proses Upflow Anaerobic Filter Dan Slow Sand Filter. Tesis Jurusan Teknik Lingkungan Ftsp-Its
- Martina, D., Dkk. Pengembangan Kemampuan Representasi Matematis Siswa Melalui Strategi React Dalam Materi Pecahan Di Smp.
- KEPMENKES. 2002. Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 907/MENKES/SK/VII/2002.
- Kohlmann, F.J., 2003, *What is pH, and How is it Measured*, U.S.A, Heach Company.
- Nurdin, S., 2011. Analisis Perubahan Kadar Air Dan Kuat Geser Tanah Gambut Lalombi Akibat Pengaruh Temperatur Dan Waktu Pemanasan. *Jurnal Smartek*, 9(2): 88-108.
- Notodarmodjo, S dan Widitmoko, B. 1994. Pengolahan Air Berwarna dalam Skala Laboratorium. *Jurnal Teknik Lingkungan* Vol. 1 No.3, hal 81-96. Teknik Lingkungan, ITB Bandung

- Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 32/Menkes/Per/IX/2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air untuk keperluan Hygiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua dan Pemandian Umum
- Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 2 Tahun 2023 Tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 Tentang Kesehatan Lingkungan
- Oviantari, M. V. (2011). Analisis Indek Kualitas Air Pada Mata Air Tlebusan Baluan, Pancoran Camplung, Dan Pancoran Padukuhan Di Banjar Cau, Tabanan, (Skripsi). Singaraja:Undiksha. Tersedia Dalam Diakses Tanggal 5 September 2019
- Rahimah, Z., Heldawati, H., & Syauqiah, I. (2016). Pengolahan Limbah Deterjen Dengan Metode Koagulasi-Flokulasi Menggunakan Koagulan Kapur Dan Pac.
- Ritwan, 2004, Biji Kelor Penjernih Air. Tanggal 10 September 2006.
- Saptati, As., Himma, Nf. 2018. Perlakuan Fisiko-Kimia Limbah Cair Industri. Ub Press. Malang
- Saptati N.H., A.S. Dwi Dan Nurul F. Himma. 2017. Perlakuan Fisiko-Kimia Limbah Cair Industri. Malang: Universitas Brawijaya Press.
- Setyawati, A. D., Ngo, T. H. L., Padila, P., & Andri, J. (2020). *Obesity And Heredity For Diabetes Mellitus Among Elderly. Josing: Journal Of Nursing And Health*, 1(1), 26 31.
- Suhendra, & Rianto, A. (2017). Karakteristik Dan Teknik Pengolahan Air Gambut. Jakarta: Cakrawala Budaya.
- Tchobanoglous. (1991). *Wastewater Engineering: Collection, Treatment, Disposal*. New York
- Utami, S.D.R. 2012 Uji Kemampuan Koagulan Alami Dari Biji Trembesi, Biji Kelor, Dan Kacang Merah Dalam Proses Penurunan Kadar Fosfat Pada Limbah Cair Industri Pupuk.

Wahyunto Dan I.G.M. Subiksa. 2011. Pengelolaan Lahan Gambut Indonesia.
Balai Penelitian Tanah. Bogor.

Yuliasri, I. 2010. Penggunaan Serbuk Biji Kelor (*Moringa Oleifera*) Sebagai Koagulan Dan Flokulan Dalam Perbaikan Kualitas Air Limbah Dan Air Tanah. Laporan Penelitian. Jurusan Teknik Kimia. Universitas Islam Negeri Syariftiloke.