

LAPORAN AKHIR

PENELITIAN PASCASARJANA UNIVERSITAS LAMPUNG



**PERBAIKAN KUALITAS AIR LIMBAH DOMESTIK DENGAN
FITOREMEDIASI MENGGUNAKAN KOMBINASI
BEBERAPA TANAMAN AIR**

TIM PENGUSUL

Dr. Ir. SLAMET BUDI YUWONO, M.S.

NIDN 0023126402

Prof. Ir. NANIK SRIYANI, M.Sc., Ph.D.

NIDN 0001016207

Prof. Dr. Ir. Dermiyati, M.Agr.Sc.

NIDN 0004086304

**PROGRAM STUDI ILMU LINGKUNGAN
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS LAMPUNG
NOVEMBER 2018**

HALAMAN PENGESAHAN
PENELITIAN PASCASARJANA UNIVERSITAS LAMPUNG

Judul Penelitian : **Perbaikan Kualitas Air Limbah Domestik dengan Fitoremediasi Menggunakan Kombinasi Beberapa Tanaman Air**

Kode/ Nama : 157/Bidang Pertanian dan Perkebunan lainnya
Rumpun Ilmu

a. Bidang : Lingkungan Hidup
Unggulan PT

b. Topik Unggulan : Peningkatan Kualitas Air untuk kehidupan berkelanjutan

c. Ketua Peneliti

d. Nama Lengkap : Dr. Ir. Slamet Budi Yuwono, M.S.
e. NIDN : 0023126402
f. Jabatan : Lektor Kepala
Fungsional

g. Program Studi : Kehutanan/S2 Ilmu Lingkungan
h. Nomor HP : 08127912016
i. Alamat surel (e-mail) : sbyuwono_unila@yahoo.com

Anggota Peneliti (1)

a. Nama Lengkap : Prof. Dr. Ir. Nanik Sriyani, M.Sc.
b. NIDN : 0001016207
c. Program Studi : Agronomi/ S2 Ilmu Lingkungan

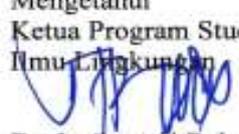
Anggota Peneliti (2)

a. Nama Lengkap : Prof. Dr. Ir. Dermiyati, M.Agr.Sc.
b. NIDN : 0004086304
c. Program Studi : Ilmu Tanah/S2 Ilmu Lingkungan

Lama Penelitian : 1 (satu) tahun
Biaya Penelitian : Rp40.000.000,-

Bandar Lampung, 5 November 2018

Mengetahui
Ketua Program Studi Pascasarjana
Ilmu Lingkungan


Dr. Ir. Samsul Bakri, M.S.
NIP 196105051987031002

Ketua Peneliti


Dr. Ir. Slamet Budi Yuwono, M.S.
NIP 19641223 199403 1 003


Direktur Pascasarjana Unila
Prof. Drs. Mustofa, M.A., Ph.D.
NIP 195704011984031020

Menyetujui,


Ketua LPPM Unila
Watsono, Ph.D.
NIP 196302161987031003

RINGKASAN

Air limbah domestik (*Grey water*) yang dihasilkan dari sisa buangan pemukiman warga semakin meningkat seiring dengan meningkatnya kebutuhan dan bertambahnya pertumbuhan penduduk. Belum adanya pengolahan air limbah domestik tersebut menyebabkan timbulnya masalah baru yang ada diperkotaan khususnya pada kolam retensi yang menjadi tempat penampungan air limbah domestik dari pemukiman warga sehingga menyebabkan kualitas air limbah domestik semakin menurun. Alternatif yang sangat tepat digunakan yaitu teknologi pengolahan limbah domestik yang murah, mudah dan ramah lingkungan. Pemanfaatan sumberdaya alam dalam memperbaiki kualitas air limbah domestik dapat diterapkan. Pemanfaatan tanaman air sebagai agen fitoremediasi air limbah domestik jarang sekali dilakukan oleh masyarakat. Tujuan penelitian ini adalah (1) mengetahui efektifitas fitoremediasi dari kombinasi 3 jenis tanaman Eceng gondok (*Eichhornia crassipes* (Mart) Solms.), Kiambang (*Salvinia molesta*) dan Kayu apu (*Pistia Stratiotes* L.) dalam memperbaiki kualitas air limbah domestik pH, COD, BOD, TSS, amonia dan minyak lemak. (2) mengetahui potensi sisa tanaman yang telah ditanam pada air limbah domestik untuk pembuatan pupuk organik. Penelitian dilakukan di kota Palembang, lokasi pengambilan sampel air limbah domestik yaitu pada 2 kolam retensi yang luasnya $\pm 1,4$ ha. Pengambilan sampel tanaman air di Lebak kota Kayuagung Sumatera Selatan. Data yang diamati adalah pH, COD, BOD, TSS, amonia dan minyak lemak pada air limbah domestik, kadar serapan N-total dan P-total pada tanaman air. Data dilakukan analisis ragam, uji lanjut BNT dan uji korelasi antara beberapa sifat kimia air dan serapan hara N dan P tanaman air.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa gulma Eceng gondok, Kiambang, Kayu apu tunggal dan kombinasi 2 jenis gulma atau 3 jenis gulma efektif digunakan sebagai gulma fitoremediasi pengolahan air limbah domestik. Ketiga gulma tersebut mampu menaikkan pH dan menurunkan nilai *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Biological Oxygen Demand* (BOD), *Total Suspended Solid* (TSS), amonia dan minyak lemak air limbah domestik pada hari ke-4 dan ke-8, sehingga air limbah domestik telah mencapai baku mutu yang disyaratkan oleh kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan No. 68 Tahun 2016.

Penyerapan kandungan N-total tertinggi yaitu pada Kayu apu 3,15% sedangkan penyerapan P-total tertinggi pada Eceng gondok dengan P-total keseluruhan 0,72 %.

Luaran wajib yang dihasilkan adalah (1) laporan penelitian pada tahun 2018, (2) manuskrip artikel ilmiah di jurnal nasional terakreditasi yaitu Jurnal Ilmu Lingkungan UNDIP (sedang proses review, sudah submitted). Luaran tambahan yang akan dihasilkan adalah makalah yang dipresentasikan pada Seminar Nasional Hasil-hasil Penelitian pada tahun 2018.

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pesatnya pertumbuhan penduduk di kota-kota besar di Indonesia menyebabkan kebutuhan tempat tinggal atau permukiman yang semakin meningkat, semakin banyaknya permukiman menyebabkan meningkatnya sisa buangan dari kebutuhan masyarakat yaitu air limbah domestik (*grey water*). Meningkatnya air limbah domestik secara terus menerus menyebabkan badan air melebihi daya tampung dan daya dukung sehingga menyebabkan penurunan kualitas air (Supardata 2005). Limbah domestik menyebabkan pencemaran sungai, saluran dan waduk/kolam retensi. Kolam retensi yang dibuat oleh pemerintah kota Palembang berjumlah 2 buah yang luasnya 1,71 Ha dan 1,59 ha dengan luas total 3,30 ha, dan berhubungan satu sama lain. Dibuatnya kolam tersebut bertujuan untuk mengatasi banjir karena merupakan tempat penampungan air, akan tetapi kolam retensi juga merupakan tempat penampungan buangan limbah domestik dari perumahan maupun dari aliran drainase.

Air limbah domestik masuk ke dalam kolam tersebut menyebabkan terjadinya sedimentasi dan pendangkalan sehingga menyebabkan volume air pada kolam tersebut berkurang, serta bau yang kurang sedap apalagi ketika musim panas/kemarau sehingga menyebabkan berkurangnya nilai estetika pada kolam tersebut. Saat ini upaya yang telah dilakukan oleh pemerintah kota Palembang pada kolam retensi tersebut yaitu dengan membuka lelang untuk melakukan pengerukan pada kolam tersebut.

Pengolahan air limbah domestik dengan mudah, murah dan ramah lingkungan sangat dibutuhkan agar dampak dari limbah domestik dapat dikurangi. Salah satu pengolahan air limbah domestik berdasarkan hasil penelitian Yusuf (2008) berbagai jenis tanaman air dapat dimanfaatkan untuk memperbaiki kualitas air limbah domestik, baik secara tunggal maupun kombinasi dari beberapa jenis tanaman air sebagai solusi dalam pengolahan limbah yang murah, mudah dan ramah lingkungan.

B. Rumusan Masalah

Beberapa permasalahan yang ada berkaitan dengan Perbaikan Kualitas Air Limbah Domestik Dengan Fitoremediasi Tanaman Air adalah sebagai berikut :

1. Apakah pengolahan air limbah domestik menggunakan agen fitoremediasi dapat memperbaiki kualitas air limbah domestik?
2. Apakah semakin banyak kombinasi akan lebih efektif dalam memperbaiki kualitas air limbah domestik?
3. Apakah tanaman air yang telah ditanam sebagai agen fitoremediasi air limbah domestik memiliki potensi untuk dijadikan pupuk organik?

C. Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah untuk:

1. Mengetahui efektifitas fitoremediasi dari kombinasi 3 jenis tanaman air Eceng gondok (*Eichhornia crassipes* (Mart) Solms.), Kiambang (*Salvinia molesta*) dan Kayu apu (*Pistia Stratiotes* L.) dalam memperbaiki kualitas air limbah domestik pH, COD, BOD, TSS, amonia dan minyak lemak.
2. Mengetahui Potensi tanaman air yang telah ditanam pada air limbah domestik untuk dijadikan pupuk organik.

D. Urgensi Penelitian

Pengolahan air limbah domestik dikalangan masyarakat saat ini belum terjangkau oleh teknologi karena mahal dan sulitnya penerapan teknologi. Tidak adanya pengolahan air limbah domestik menyebabkan semakin meningkatnya volume air limbah domestik yang apabila tercampur dapat mencemari air tanah, sungai, waduk dan kolam. Untuk menghindari hal tersebut, maka dibutuhkan sitem pengolahan air limbah domestik yang murah, mudah dan ramah lingkungan yaitu dengan memanfaatkan sumberdaya alam yaitu tanaman air sebagai agen fitoremediasi dalam memperbaiki kualitas air limbah domestik dan pemanfaatan sisa tanaman yang telah digunakan untuk dijadikan pupuk organik.

Penelitian mengenai potensi tanaman air dalam meningkatkan kualitas air limbah domestik telah cukup banyak dilakukan pada penelitian sebelumnya yaitu

dengan menggunakan Eceng gondok (*Eichhornia crassipes* (Mart) Solms.), Kiambang (*Salvinia molesta*) dan Kayu apu (*Pistia stratiotes* L.) yang mempunyai kemampuan masing-masing dalam memperbaiki kualitas air, baik dalam menyerap kontaminan organik, nitrogen dan fosfat, menurunkan COD, BOD dan TSS serta meningkatkan oksigen terlarut dan menetralkan pH dalam lingkungan perairan.

Pemanfaatan tanaman air sebagai agen fitoremediasi dapat meningkatkan kualitas air limbah domestik dan sisa tanaman yang telah ditanam kedalam air limbah domestik dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik. Pengolahan air limbah domestik dengan menggunakan agen fitoremediasi tanaman air merupakan salah satu solusi yang dapat mendukung pengolahan lingkungan dan pengolahan air limbah domestik. Ilustrasi pengolahan air limbah domestik dengan menggunakan agen fitoremediasi tanaman air dijelaskan pada gambar berikut.

Penerapan Pengolahan air limbah domestik dengan menggunakan agen fitoremediasi tanaman air akan sangat mendukung terwujudnya lingkungan yang baik dan air limbah domestik yang memenuhi standar baku mutu. Penerapan pengolahan ini juga menghemat biaya karena masyarakat tidak harus mengeluarkan uang yang banyak dalam mengolah air limbah domestik, dan juga menghasilkan produk baru dari sisa tanaman air yang telah ditanam pada air limbah domestik yaitu pupuk organik, sebagai pemasukan baru bagi masyarakat yang mengolah.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Limbah Domestik

Air limbah domestik merupakan limbah yang berbentuk cair merupakan hasil dari kegiatan rumah tangga berasal dari kamar mandi, cucian barang/bahan dari dapur dan rembesan air dari sampah. Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No. 68 Tahun 2016 tentang baku mutu air limbah dari kegiatan Industri, Hotel, Rumah sakit, Domestik dan pertambangan batubara bahwa air limbah domestik adalah air limbah yang berasal dari usaha dan kegiatan permukiman, rumah makan, perkantoran, perniagaan, apartemen dan asrama.

Air limbah domestik terbagi menjadi 2 kelompok, yaitu air limbah yang terdiri dari buangan tubuh manusia yaitu tinja dan urine (*blackwater*) dan air limbah

yang berasal dari buangan dapur dan kamar mandi (*greywater*) yang sebagian besar adalah bahan organik (Veenstra, 1995 dalam Supardata, 2005). Komposisi limbah cair domestik sebagian besar merupakan air, sisanya adalah partikel – partikel atau padatan terlarut (*suspended solids*).

Tabel 1. Baku Mutu Air Limbah Domestik untuk Limbah Domestik

Parameter	Satuan	Maksimum
pH	-	6-9
BOD	mg L ⁻¹	30
COD	mg L ⁻¹	100
TSS	mg L ⁻¹	30
Amoniak	mg L ⁻¹	10
Minyak dan Lemak	mg L ⁻¹	5
Total Coliform	Jumlah/100 ml	3000
Debit	L/orang/hari	100

Sumber : Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No. 68 Tahun 2016.

Parameter kunci pengukuran kualitas air limbah cair domestik

a. *Chemical Oxygen Demand* (COD)

COD adalah jumlah oksigen yang diperlukan untuk mengurangi seluruh bahan organik yang terkandung dalam air (Boyd, 1990). COD adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat organik dalam 1 liter air dengan menggunakan oksidator kalium dikromat selama 2 jam pada suhu 15°C (Sawyer *et al.* 2003).

b. *Biological Oxygen Demand* (BOD)

BOD adalah ukuran jumlah oksigen terlarut yang diperlukan oleh mikroorganisme di dalam air untuk menguraikan zat organik dalam keadaan aerob atau BOD merupakan ukuran jumlah zat organik yang dapat dioksidasi oleh bakteri aerob (Sawyer *et al.* 2003).

c. *Total Suspended Solid* (TSS)

Menurut Effendi (2003) padatan tersuspensi total (TSS) adalah bahan-bahan tersuspensi (dimeter > 1 µm) yang tertahan pada saringan *millipore* dengan diameter pori 0,45 µm. TSS terdiri atas lumpur, pasir halus serta jasad-jasad renik,

yang disebabkan oleh kikisan tanah atau erosi yang terbawa ke badan air. TSS menyebabkan kekeruhan pada air akibat padatan tidak terlarut dan tidak dapat langsung mengendap. Nilai TSS sangat penting untuk diperhatikan, karena jika dilihat dari dampak TSS terhadap perairan TSS dapat terhambat sehingga dapat menghambat proses fotosintesis dalam badan air yang berdampak pada berkurangnya kadar oksigen dalam perairan. Jika oksigen berkurang maka bakteri aerobik akan cepat mati (Sawyer *et al.* 2003).

d. pH (*Potensial Hydrogen*)

pH merupakan suatu parameter penting untuk menentukan kadar asam/basa dalam air. Menurut Sawyer *et al.* (2003), pH adalah sebuah istilah yang digunakan secara universal untuk menyatakan tingkat keasaman atau alkalinitas suatu larutan. Air yang bersih jumlah konsentrasi ion H^+ dan OH^- berada dalam keseimbangan sehingga air yang bersih akan bereaksi netral. Kondisi perairan yang bersifat sangat asam atau basa akan membahayakan kelangsungan hidup organisme karena akan menyebabkan terjadinya gangguan metabolisme dan respirasi.

e. Nitrogen (*Amonia*)

Nitrogen dimanfaatkan beberapa organisme akuatik dalam bentuk gas, akan tetapi sumber utama nitrogen di perairan bukan dalam bentuk gas. Nitrogen yang terdapat dalam perairan berupa nitrogen organik dan anorganik. Nitrogen anorganik terdiri dari amonia (NH_3), amonium (NH_4), nitrit (NO_2), nitrat (NO_3), dan molekul nitrogen (N_2) dalam bentuk gas. Nitrogen organik berupa protein, asam amino, dan urea (Effendi, 2003). Nitrogen dalam air dapat berada dalam berbagai bentuk yaitu nitrit, nitrat, amonia atau N yang terikat oleh bahan organik atau anorganik (Sawyer *et al.* 2003),

f. Minyak dan Lemak

Minyak dan lemak termasuk senyawa organik yang relatif stabil dan sulit diuraikan oleh bakteri. Minyak dan lemak membentuk ester dan alkohol. Lemak dapat dirombak oleh senyawa asam yang menghasilkan asam lemak dan gliserin. Pada keadaan basa, gliserin akan dibebaskan dari asam lemak dan akan terbentuk garam basa (Manik, 2003) *dalam* (Kalsum 2013).

B. Dampak Pencemaran Air Limbah Domestik

Air limbah domestik memberikan efek dan gangguan buruk terhadap manusia maupun lingkungan. Efek buruk tersebut dan gangguan antara lain gangguan terhadap kesehatan, keindahan dan benda. Terhadap keindahan air limbah meninggalkan ampas dan bau tidak sedap dan terhadap benda air limbah bias menimbulkan korosi sedangkan terhadap kesehatan air limbah dapat menyebabkan gangguan terhadap kesehatan manusia (Sugiharto, 1987).

Pembuangan limbah domestik ke badan perairan biasanya dilakukan dalam menanganai air limbah domestik tersebut. Menurut Kodoatie dan Sjarief (2011), pembuangan air limbah ke badan air terutama dengan kandungan COD dan BOD diatas 200 mg/L akan menyebabkan turunnya jumlah oksigen dalam air. Apabila kondisi oksigen terlarut (DO) yang ada pada perairan turun maka akan mempengaruhi kehidupan biota yang membutuhkan oksigen terlarut pada badan perairan dan akan berdampak pada terganggunya sistem rantai makanan pada perairan tersebut. Pengaruh lain adanya kandungan COD dan BOD yang melebihi batas waktu 18 jam maka akan menimbulkan bau dan kematian ikan dikarenakan terjadinya degradasi secara anaerob.

Pencemaran air dapat menjadi semakin luas, tergantung dari kemampuan badan air penerima polutan untuk mengurangi kadar polutan secara alami. Apabila kemampuan badan air tersebut rendah dalam mereduksi kadar polutan, maka akan terjadi akumulasi polutan dalam air sehingga badan air akan menjadi tropik (Kodoatie dan Sjarief 2011).

Dampak yang terjadi dari limbah cair rumah tangga, yaitu:

Gangguan terhadap kesehatan, limbah cair rumah tangga berbahaya terhadap kesehatan manusia hal ini dikarenakan banyak terdapat bakteri patogen yang menjadikan sebagai media pembawa penyakit. Menurut Tato (2009), bakteri patogen yang biasa terdapat di dalam limbah cair rumah tangga antara lain golongan bakteri, *Vibrio*, *Salmonella* dan *Bacillus* dan dari golongan *protozoa* seperti *Entamoeba* dan *Paramaecium*. Gangguan terhadap Biota perairan, limbah cair rumah tangga salah satu penyebab turunya kualitas air yaitu meningkatnya COD, BOD dan menurunkan Oksigen Terlarut (DO) sehingga menyebabkan kematian biota perairan yang membutuhkan oksigen terlarut. Gangguan terhadap nilai

estetika lingkungan, limbah domestik yang banyak mengandung bahan organik akan mengalami pembusukan sehingga menghasilkan bau, dan berwarna hitam atau warna lain yang dapat mengurangi nilai keindahan. Selain itu menyebabkan kondisi menjadi licin dan berlendir dengan penampakan buruk (Connel & Miller, 1983).

C. Pengolahan Air Limbah Domestik Dengan Fitoremediasi

Fitoremediasi merupakan cara memulihkan kondisi lingkungan yang semula tercemar oleh zat pencemar dengan menggunakan tanaman. Istilah Fitoremediasi berasal dari kata Inggris "*Phytoremediation*" kata ini tersusun atas dua kata yaitu *Phyto* yang berasal dari kata Yunani *Phyton* "tumbuhan" dan *Remediation* yang berasal dari kata Latin *remedium* "menyembuhkan", dalam hal ini juga "menyelesaikan masalah dengan memperbaiki kesalahan atau kekurangan". Fitoremediasi dapat didefinisikan sebagai penggunaan tumbuhan untuk menghilangkan, memindahkan, menstabilkan, atau menghancurkan bahan pencemar baik itu senyawa organik maupun anorganik (Salt *et al.*, 1998).

1. Tahapan dalam Fitoremediasi

Proses dalam fitoremediasi secara alami ada 6 tahapan proses secara serial yang dilakukan tumbuhan terhadap kontaminan/pecemar disekitarnya (Smith, 2005).

- a. *Phytoaccumulation (phyto extraction)*, yaitu tumbuhan menarik zat kontaminan dari media sehingga terakumulasi disekitar akar tumbuhan, proses ini disebut juga *Hiperaccumulation*. Akar tumbuhan menyerap polutan dan selanjutnya ditranslokasi kedalam organ tumbuhan.
- b. *Rhizofiltration (Rhizo=akar)*, adalah proses adsorpsi atau pengendapan zat kontaminan oleh akar untuk menempel pada akar. Proses ini dibuktikan dengan menanam bunga matahari pada kolam yang mengandung zat radioaktif. Di dalam sistem hidroponik, sistem perakaran telah secara nyata dapat dipergunakan untuk menjelaskan metode rhizofiltrasi. Kontaminan didalam air, setelah kontak dengan akar akan diabsorpsi dan kemudian tumbuhan dipanen akarnya hingga menjadi jenuh terhadap kontaminan. Akar tumbuhan mengadsorpsi atau presipitasi pada zona akar atau mengadsorpsi atau presipitasi pada zona akar atau mengabsorpsi lautan

polutan sekitar akar kedalam akar. Spesies tumbuhan yang fungsional adalah rumput air *Cattail* dan eceng gondok.

- c. *Phytostabilization*, yaitu penempelan zat-zat kontaminan tertentu pada akar yang tidak mungkin terserap kedalam batang tumbuhan. Zat-zat tersebut menempel erat (stabil) pada akar sehingga tidak akan terbawa oleh aliran air dalam media.
- d. *Rhizodegradation*, yaitu penguraian zat-zat kontaminan oleh aktivitas mikroba yang berada disekitar tumbuhan. Misalnya ragi, fungi atau bakteri.
- e. *Fitodegradasi*, yaitu proses yang dilakukan tumbuhan untuk menguraikan zat kontaminan yang mempunyai rantai molekul yang kompleks menjadi bahan yang tidak berbahaya dengan susunan molekul yang lebih sederhana yang dapat berguna bagi pertumbuhan tumbuhan itu sendiri.
- f. *Fitovolatilasi*, yaitu proses menarik dan transpirasi zat kontaminan oleh tumbuhan dalam bentuk yang telah menjadi larutan terurai sebagai bahan yang tidak berbahaya lagi untuk melanjutkannya di uapkan ke atmosfer.

2. Kelebihan, Kekurangan dan Keterbatasan Fitoremediasi

Menurut Smith (2005) Fitoremediasi memiliki kelebihan jika dibandingkan dengan metode konvensional lain dalam menanggulangi pencemaran. Kelebihan fitoremediasi yaitu : (1) biaya operasional relatif murah, (2) tanaman mudah dikontrol pertumbuhannya, (3) kemungkinan penggunaan kembali polutan yang bernilai seperti emas (*Phytomining*), (4) cara remediasi paling aman bagi lingkungan karena menggunakan tumbuhan (5) memelihara keadaan alami lingkungan.

Fitoremediasi memiliki kekurangan salah satunya adalah akibat yang timbul bila tanaman telah menyerap polutan tersebut dikonsumsi oleh hewan dan serangga. Dampak negatif yang dikhawatirkan adalah terjadinya keracunan bahkan kematian pada hewan dan serangga atau terjadinya akumulasi logam berat pada predator-predator jika mengkonsumsi tanaman yang digunakan dalam proses fitoremediasi dan hewan yang memakan tanaman fitoremediasi tersebut. Selain itu membutuhkan waktu yang lama untuk membersihkan limbah B3 terutama dalam skala besar dan

dikhawatirkan membawa senyawa-senyawa beracun kedalam rantai makanan di ekosistem (Salt *et al.*, 1998).

Menurut Smith (2005), fitoremediasi memiliki keterbatasan yaitu tergantung dari musim, karakteristik lingkungan limbah, tingkat toksisitas, dan kecocokan tanaman pada lingkungan limbah tersebut dalam melakukan remediasi.

3. Jenis Tanaman Dan Terkait Penelitian Sebelumnya

Menurut Yusuf (2008), Tanaman air merupakan bagian dari vegetasi penghuni bumi ini, yang media tumbuhnya adalah perairan. Penyebarannya meliputi perairan air tawar, payau sampai ke lautan dengan beraneka ragam jenis, bentuk dan sifatnya. Jika memperhatikan sifat dan posisi hidupnya di perairan, tanaman air dapat dibedakan dalam 4 jenis, yaitu ; tanaman air yang hidup pada bagian tepian perairan, disebut *marginal aquatic plant* ; tanaman air yang hidup pada bagian permukaan perairan, disebut *floating aquatic plant* ; tanaman air yang hidup melayang di dalam perairan, disebut *submerge aquatic plant* ; dan tanaman air yang tumbuh pada dasar perairan, disebut *the deep aquatic plant*.

a. Eceng Gondok

Eceng gondok adalah salah satu dari beberapa gulma yang terdapat di Indonesia. Eceng gondok berasal dari *Brasillia* dan masuk ke Indonesia sekitar tahun 1894 sebagai tanaman hias di Kebun Raya Bogor (Dhahiyat, 1990).

Hasil penelitian Sudjarwo (2014) menunjukkan efisiensi tertinggi eceng gondok mampu menurunkan 86,14% fosfat dan 98,41% nitrat pada limbah domestik. Hasil penelitian Nindra dan Hartini (2013) eceng gondok lebih efektif dalam menurunkan BOD yaitu 52,72 mg/L yang semula kadar BOD 1280 mg/l. Hasil penelitian Rukmi *et al.*, (2012) menunjukkan kemampuan eceng gondok dalam menurunkan kadar deterjen sebesar (19,63%), BOD (37,24%), COD sebesar 20,39%; 8). Hasil penelitian Hardyanti dan Rahayu (2006) menunjukkan limbah laundry yang mengandung fosfat, dalam waktu 5 hari menyerap P secara berturut-turut sebesar 144,1603 mg, dengan efisiensi 24.03%. Hasil penelitian Sitompul *et al.*, (2013) eceng gondok dengan waktu kontak 6 hari yang memiliki nilai efisiensi yang tinggi, pada BOD 84,48%, TSS 89,95% dan kekeruan 87,76%. Hasil penelitian Kalsum (2013) Eceng gondok pada sistem batch konsentrasi 25% lebih

efektif meremediasi limbah *greywater* dengan meningkatkan kualitas limbah yaitu ditandai penurunan COD 82% dan TSS 86%. Sedangkan pada perlakuan kontinyu lebih efektif dari sistem batch dengan terjadinya peningkatan kualitas limbah, yang ditandai dengan penurunan BOD sebesar 91,36%, penurunan COD sebesar 75%, penurunan TSS sebesar 83,7%, N-total 84,08%, P-total 87,1% serta penurunan minyak dan lemak sebesar 91,64 %.

b. Kiambang (*Salvinia Molesta*)

Kiambang merupakan salah satu gulma penting di Indonesia (Soerjani dan Lusianty, 1977 Dalam Ninasari, 2006). Tumbuhan ini didatangkan ke Indonesia pada tahun 1951 oleh Kebun Raya Bogor dan menyebar ke seluruh Indonesia. Cara tumbuh gulma ini mengapung bebas di perairan dan dianggap penting.

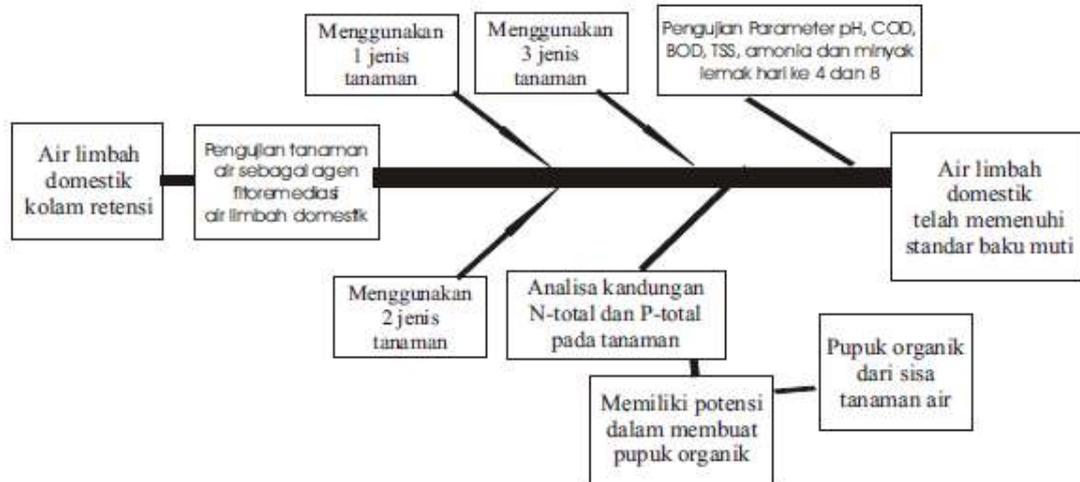
Hasil penelitian Rahmawati *et al.*, (2016) menunjukkan efisiensi penyisihan BOD sebesar 86% pada hari ke 3 dengan menggunakan reaktor 75% sedangkan dengan menggunakan reaktor 100% hanya 71,71%. Hasil penelitian Nurhidayah *et al.*, (2014) menunjukkan penurunan TSS sebesar 70%. Hasil penelitian Pribadi *et al.* (2016) menunjukkan efisiensi penyisihan COD pada penutupan 75% yaitu sebesar 72,5%, dan penutupan 100% penyisihan amonia sebesar 73,5%.

c. Kayu apu (*Pistia stratiotes*)

Kayu apu adalah tumbuhan air yang tumbuh di daerah tropis. Jenis tumbuhan ini memiliki kemiripan dengan kubis (*lettuce*), perkembangbiakan yang cepat membuat tumbuhan ini juga sering dianggap sebagai gulma, kayu apu memiliki potensi untuk dimanfaatkan yaitu sebagai pakan, obat-obatan dan indikator kualitas perairan. Akan tetapi karena kurangnya informasi maka tumbuhan ini jarang dimanfaatkan baik dari segi ekologis maupun ekonomis (Ninasari, 2006).

Dari hasil penelitian Sudjarwo (2014) menunjukkan efisiensi Kayu apu dalam menurunkan TSS 96,34%, kekeruhan 97,20% dan BOD 96%, sedangkan selama 7 hari penurunan kadar COD yang tertinggi terjadi pada biomassa *Pistia stratiotes* L. 50 gram yaitu sebesar 8836.57 mg/L (96,05%). Hasil penelitian Wirawan, *et al* (2014) menunjukkan efisiensi penurunan maksimal terhadap nilai COD 65,06%, TSS 19,99%, serta minyak dan lemak sebesar 37,10% dengan menggunakan kayu apu pada limbah domestik. Selama penelitian, persentase

penurunan kadar BOD tertinggi terjadi pada biomassa *Pistia stratiotes* L. 200 gram yaitu sebesar 2966.67 mg/l (92,70%).



Gambar 2. Peta Jalan Penelitian

Pengolahan air limbah domestik dengan menggunakan agen fitoremediasi tanaman air akan menjadi solusi bagi masyarakat dan pemerintah untuk mengatasi air limbah domestik yang semakin meningkat seiring pertumbuhan penduduk dengan “biaya murah - tanpa limbah - produk baru”, sehingga efisien bagi masyarakat dan ramah lingkungan.

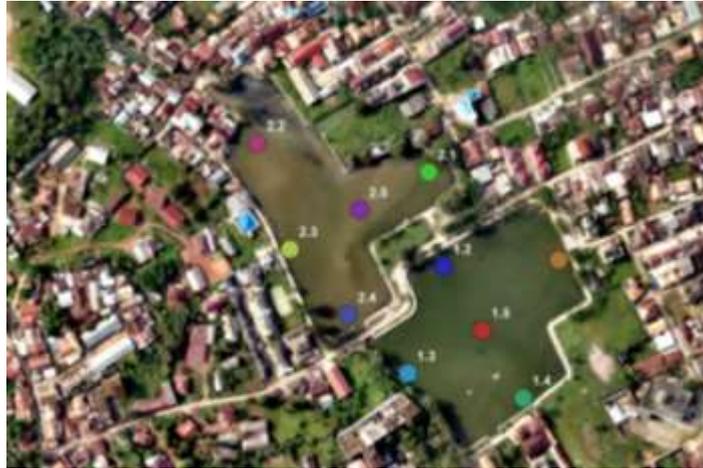
III. METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat

Penelitian ini akan dilaksanakan di Palembang pada bulan Maret sampai dengan Mei 2018. Sampel air limbah domestik diambil pada kolam retensi kelurahan Talang Aman Kota Palembang dan sampel tanaman diambil pada lebak Kota Kayuagung yang merupakan salah satu habitat dari tanaman air. Analisis data limbah dilakukan di Laboratorium Badan Lingkungan Hidup Provinsi Sumatera Selatan dan analisis kandungan hara pada tanaman dilakukan di Laboratorium Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Lampung.

Sampel air limbah diambil pada dua kolam retensi yang terletak di kawasan kelurahan Talang aman dengan luas 1,71 Ha dan 1,59 ha dengan luas total 3,30 ha

yang dikelilingi oleh pemukiman penduduk. Berikut gambar titik pengambilan sampel:



Gambar 2. Lokasi titik Pengambilan sampel

B. Rancangan percobaan

Percobaan ini menggunakan faktorial 8 x 2 dalam Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 3 ulangan. Faktor pertama dalam penelitian ini adalah kombinasi jenis tanaman air, yakni tanpa tanaman, 1 jenis tanaman, 2 jenis tanaman dan 3 jenis tanaman. Faktor kedua adalah waktu pengaturan contoh yakni 4 hari dan 8 hari.

A1,B1	A1,B2
A2,B2	A2,B1
A3,B1	A3,B2
A4,B1	A4,B2
A5,B2	A5,B1
A6,B2	A6,B1
A7,B1	A7,B2
A8,B2	A8,B1

Ulangan 1

A1,B2	A1,B1
A2,B1	A2,B2
A3,B1	A3,B2
A4,B2	A4,B1
A5,B1	A5,B2
A6,B2	A6,B1
A7,B2	A7,B1
A8,B1	A8,B2

Ulangan 2

A1,B2	A1,B1
A2,B1	A2,B2
A3,B2	A3,B1
A4,B2	A4,B1
A5,B2	A5,B1
A6,B1	A6,B2
A7,B2	A7,B1
A8,B1	A8,B2

Ulangan 3

Gambar 3. Tata Letak Percobaan

Keterangan :

- | | |
|--------------------------------|--|
| A1 = Tanpa tanaman | A2 = Eceng gondok |
| A3 = Kiambang | A4 = Kayu apu |
| A5 = Eceng gondok dan Kiambang | A6 = Kiambang dan Kayu apu |
| A7 = Kayu apu dan Eceng Gondok | A8 = Eceng Gondok, Kiambang dan Kayu apu |
| B1 = Hari ke 4 | B2 = Hari ke 8 |

C. Pelaksanaan

1. Pengambilan Tanaman Untuk Bahan Percobaan

Tanaman air yang digunakan untuk menurunkan kadar zat pencemar dalam air limbah domestik yaitu Eceng gondok, Kiambang dan Kayu apu yang akan digunakan diambil dari sumbernya di habitat alami. Eceng gondok, Kiambang dan Kayu apu yang masih muda diambil dari tempat tumbuhnya yaitu anakan kemudian dilakukan pembesaran pada kolam selama ± 2 bulan. Tanaman yang digunakan sebagai tanaman percobaan dipilih yang masih bewarna hijau segar dengan daun yang sudah terbuka sempurna. Tanaman yang akan digunakan seragam bobotnya.

2. Aklimatisasi

Tanaman dicuci dengan air kran yang mengalir, agar kotoran-kotoran yang melekat pada tanaman terlepas dan membuang musuh alami yang melekat pada tanaman tersebut, selanjutnya diaklimatisasi pada kolam yang diisi air tawar selama lebih kurang 7 hari. Aklimatisasi bertujuan untuk penyesuaian diri tanaman Eceng gondok, Kiambang dan Kayu apu pada lingkungan barunya.

3. Pengambilan sampel air limbah

Air limbah yang digunakan sebagai media tumbuh berasal dari air limbah domestik yang mengalir ke kolam retensi kelurahan Talang Aman kota Palembang. Pengambilan sampel air limbah dilakukan hanya satu kali dengan berbagai titik sampling sehingga dapat mewakili dengan purposive sampling. Sampel air limbah dimasukkan kedalam Jerigan plastik dan dianalisis di Laboratorium BLH Provinsi Sumatera Selatan untuk diketahui kadar dan tingkat pencemarannya sebelum dimasukkan tanaman air untuk proses fitoremediasi.

4. Penanaman Tanaman Air ke dalam Air Limbah

Limbah domestik telah diukur parameternya disiapkan di dalam baskom yang berdiameter 30 cm dan tinggi 12,3 cm, yang ditanami tanaman air dengan bobot 150 gram dan penutupan permukaan 75% untuk setiap perlakuan, setiap perlakuan ditanami 1 jenis tanaman, 2 jenis tanaman dan 3 jenis tanaman yang berbeda serta perlakuan kontrol dengan tidak ditanami tanaman. Penelitian dilakukan secara duplo untuk pengambilan sampel air limbah dan sampel tanaman masing-masing pada hari ke-4 dan ke-8.

5. Pemanenan Tanaman Air dan Analisis Kandungan Hara

Pemanenan tanaman dilakukan pada hari ke-4 dan ke-8 dari setiap perlakuan yang ada tanamannya, kemudian dikeringkan dan selanjutnya sebagian tanaman dibawa ke Laboratorium untuk dianalisa. Tanaman yang terdiri dari 3 ulangan sebagian dikompositkan untuk dianalisis N dan P.

D. Variabel Yang Diamati

Variabel yang diamati dalam penelitian ini meliputi:

a. pH (*Potensial Hydrogen*)

Uji pH dilakukan untuk mengetahui asam atau basa suatu limbah. Metode yang digunakan sesuai prosedur SNI 06-6989.11-2004. Elektroda pada alat dikeringkan dengan tissue kemudian dibilas dengan air suling. Selanjutnya elektroda dibilas dengan contoh uji. Elektroda dicelupkan ke dalam contoh uji sampai pH meter menunjukkan hasil pembacaan yang tetap, hasil skala atau angka yang tampil pada pH meter tersebut dicatat.

b. COD (*Chemical Oxygen Demand*)

Uji COD di gunakan untuk memperkirakan kebutuhan oksigen kimia pada air limbah. Pengukuran COD dengan metode titrasi menggunakan refluks tertutup yang sesuai prosedur SNI 6989.02-2009. Adapunn prosedur pengukuran COD yaitu : ditimbang 0,2 gram HgSO_4 (*Qury Silver Sulfat*). Kemudian dimasukkan HgSO_4 tersebut ke dalam tabung reaksi berurir, tambahan 10 mL sampel, kemudian ditambahkan 5 mL $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ke dalam sampel, kemudian ditambahkan mL H_2SO_4 pekat (jika sampel berubah warna menjadi hijau maka sampel harus diencerkan). Oven tabung ulir yang telah berisi sampel dengan suhu 135^0 selama 1 – 2 jam, kemudian dipindahkan larutan kedalam erlemeyer 100 mL. Dibilas tabung reaksi dengan 20 mL aquadest, kemudian ditambahkan 3 tetes indikator ferroin. Selanjutnya dilakukan titrasi dengan ferro ammonium sulfat 0,025 N sampai berubah warna menjadi merah kecoklatan di akhir titrasi. Dicatat volume peniternya. Kandungan COD diukur dengan menggunakan rumus.

$$\text{Rumus perhitungan COD} = \frac{(b-s) \times \text{Ferro Amonium Sulfat} \times 8000}{\text{volume sampel}}$$

Keterangan :

b = ml pemakaian larutan beku ferro ammonium sulfat untuk tritasi blanko

s = ml pemakaian larutan beku ferro ammonium sulfat untuk tritasi larutan uji

c. BOD (*Biological Oxygen Demand*)

Metode pengukuran BOD yang digunakan adalah metode titrasi (SNI 6989.72.2009) metode titrasi dengan cara Winkler prinsipnya dengan menggunakan titrasi iodometri. Sampel yang akan analisis terlebih dahulu ditambahkan larutan MnCl_2 dan NaOHK-KI sehingga terjadi endapan MnO_2 . Dengan menambahkan H_2SO_4 atau HCL maka endapan yang terjadi akan larut kembali dan juga akan membebaskan molekul iodium (I_2) yang ekuivalen dengan oksigen terlarut. Iodium yang dibebaskan ini selanjutnya dititrasi dengan larutan standar natrium thiosulfat ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) dan menggunakan indikator larutan amilum (kanji).

Adapun prosedur pengukurannya yaitu: sampel air ditambahkan dengan 1 ml MnSO_4 , kemudian ditambahkan 1 ml larutan KOH-KI , dikocok kemudian didiamkan hingga sampel menunjukkan endapan putih/coklat. Selanjutnya ditambahkan 1 ml H_2SO_4 , kemudian dikocok dan didiamkan sampai sampel berwarna coklat. Selanjutnya larutan sampel diambil sebanyak 100 ml dan ditetesi dengan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,0125 N hingga sampel berwarna kuning pucat, kemudian ditambahkan 5 tetes amilum, sampel akan berubah menjadi biru sampel titrasi dengan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,0125 N sampai warna sampel berubah menjadi bening. Dicatat volume $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ yang terpakai, yang menunjukkan nilai DO_0 (DO awal). Untuk mendapatkan nilai DO_5 , dilakukan prosedur seperti pengukuran DO awal pada sampel yang telah diinkubasi selama 5 hari pada suhu 20°C diruangan gelap.

$$\text{Rumus perhitungan BOD :} \quad \text{BOD} = \text{DO}_0 - \text{DO}_5$$

Keterangan:

DO_0 = Oksigen terlarut 0 hari

DO_5 = Oksigen terlarut 5 hari

d. TSS (*Total Suspended Solid*)

Uji TSS ini menggunakan metode gravimetri untuk mengetahui jumlah padatan tersuspensi dalam air limbah yang sesuai prosedur SNI 06-6989.3-2004. Prosedur SNI 06-6989.3-2004 pengukurannya yaitu: contoh uji yang telah dihomogenkan disaring dengan kertas saring, yang sebelumnya telah ditimbang.

Residu yang tertahan pada saringan dikeringkan sampai mencapai berat konstan pada suhu 103⁰C sampai dengan 105⁰C. Kenaikan berat saringan mewakili padatan tersuspensi total (TSS). Jika padatan tersuspensi menghambat saringan dan memperlama penyaringan, diameter pori-pori saringan diperbesar atau mengurangi volume contoh uji.

Perkiraan nilai TSS diperoleh dengan cara menghitung perbedaan antara padatan terlarut total dan padatan total menggunakan rumus:

$$\text{TSS (mg/L)} = (A-B) \times 1000/V$$

Keterangan :

A = berat kertas saringan + residu (mg)

B = berat kertas saringan (mg)

V = volume contoh (ml)

e. Nitrogen (Amonia)

Uji Nitrogen dilakukan untuk mengetahui kandungan Amonia yang ada pada suatu limbah. Metode yang digunakan sesuai prosedur SNI 06-6989.30-2005. Diukur dengan spektrofotometer

f. Minyak lemak

Parameter berupa minyak dan lemak diukur menggunakan metode gravimetric yang merujuk pada SNI 06-6989.10-2004.

Adapun prosedur pengujiannya yaitu : contoh uji yang sudah disiapkan dipindahkan kecorong pisah. Tentukan volume contoh uji seluruhnya (tanda botol contoh uji pada meniscus air atau timbang berat contoh uji). Bilas botol contoh uji dengan 30 mL pelarut organik dan tambahkan pelarut pencuci ke dalam corong pisah. Kocok dengan kuat selama 2 menit. Biarkan lapisan memisah, keluarkan lapisan air, keluarkan lapisan pelarut melalui corong yang telah dipasang kertas saring dan 10 g Na₂SO₄ anhidrat, yang keduanya telah dicuci dengan pelarut ke dalam labu bersih yang telah ditimbang. Jika tidak dapat diperoleh lapisan pelarut yang jernih (tembus pandang), dan terdapat emulsi lebih dari 5 mL, lakukan sentrifugasi selama 5 menit pada putaran 2400 rpm.

Pindahkan bahan yang disentrifugasi kecorong pisah dan keringkan lapisan pelarut melalui corong dengan kertas saring dan 10 g Na₂SO₄ yang keduanya telah

dicuci sebelumnya kedalam labu bersih yang telah ditimbang. Gabungkan lapisan air dan emulsi sisa atau padatan dalam corong pisah. Ekstraksi 2 kali lagi dengan pelarut 30 mL tap kalinya, sebelumnya cuci dahulu wadah contoh uji dengan tiap bagian pelarut. Gabungkan ekstrak dalam labu destilasi yang telah ditimbang, termasuk cucian terakhir dari saringan dan Na₂SO₄ anhidrat dengan tambahan 10 mL sampai dengan 20 mL pelarut. Destilasi pelarut dalam penangas air pada suhu 85⁰C, saat terlihat kondensasi pelarut berhenti, pindahkan labu dari penangas air. Dinginkan dalam desikator selama 30 menit pastikan labu kering dan ditimbang sampai diperoleh berat tetap.

Lakukan perhitungan minyak dengan rumus dibawah ini :

Jumlah minyak dan lemak dalam contoh uji:

$$\text{Kadar minyak dan lemak (mg/L)} = (\text{mg/L}) = \frac{(A-B) \times 1000}{\text{mL contoh uji}}$$

Keterangan :

A = berat labu + ekstrak, mg

B = berat labu kosong, mg

g. N-total

Uji N-total dilakukan untuk mengetahui serapan hara pada tanaman

Metode Titration *Kjeldahl*

h. P-total

Uji P-total dilakukan untuk mengetahui serapan hara pada tanaman diukur dengan spektrofotometer

E. Analisis Data

Data percobaan dianalisa dengan uji analisis Ragam untuk melihat apakah ada pengaruh perlakuan terhadap perbaikan kualitas air limbah domestik dan dilanjutkan dengan uji BNT (Beda Nyata Terkecil) pada taraf dan 5%.

Efisiensi Penurunan

Efisiensi penurunan parameter pencemaran air limbah dapat dirumuskan sebagai berikut: $E = \frac{C_0 - C_i}{C_0} \times 100\%$ (Muljadi 2009).

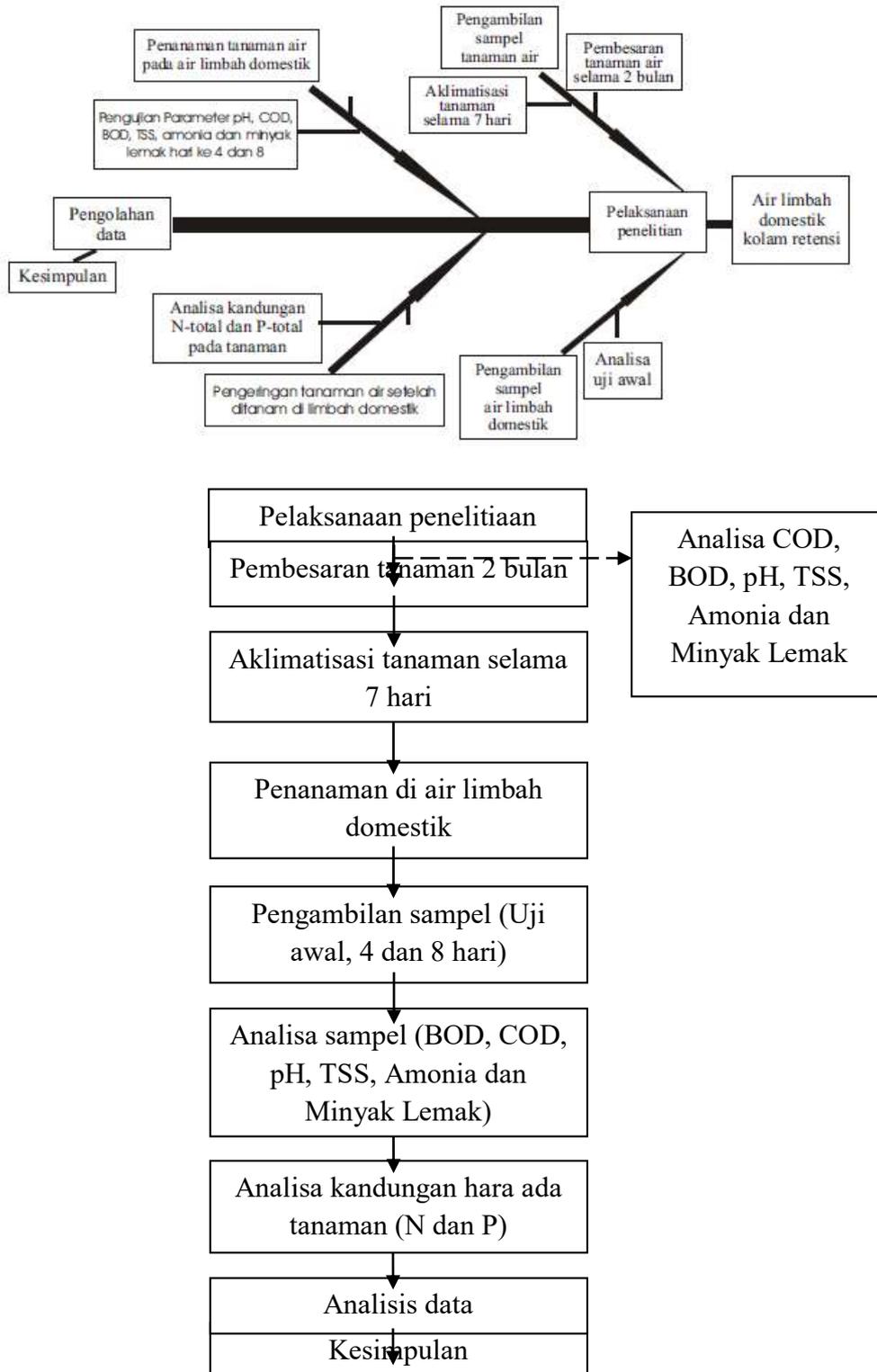
Keterangan :

E = Efisiensi (%); C₀ = Konsentrasi parameter pencemaran sebelum diolah

C_i = Konsentrasi parameter pencemaran setelah diolah

F. Bagan alir Penelitian

Adapun tahapan-tahapan pelaksanaan penelitian terdapat pada skema pelaksanaan penelitian dibawah ini:



Gambar 4. Bagan Alir Penelitian

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil uji awal parameter limbah domestik, menunjukkan bahwa nilai COD, BOD, TSS dan minyak lemak berada diatas baku mutu air limbah domestik sesuai dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No 68 Tahun 2016, sedangkan pH dan amonia masih berada pada standar baku mutu (Tabel 1).

Tabel 1. Analisis awal parameter awal air limbah domestik

Parameter	Nilai	Baku Mutu	Metode SNI	Ket
pH	6,21	6-9	SNI 06-6989.11-2004	Standar baku mutu
COD	147	100	SNI.6989.02-2009	Di atas baku mutu
BOD	95	30	SNI-6989.72-2009	Di atas baku mutu
TSS	163	30	SNI-06.6989.3-2004	Di atas baku mutu
Amonia	3,6	10	SNI 06-6989.30-2005	Standar baku mutu
Minyak Lemak	5,8	5	SNI-6989.10-2011	Di atas baku mutu

Sumber: Lab Dinas Lingkungan Hidup dan Pertanian Provinsi Sumatera Selatan (2017).

Pengaruh gulma air terhadap parameter air limbah domestik (pH, COD, BOD, TSS, amonia dan minyak lemak) disajikan pada Tabel 2.

Perlakuan tunggal satu jenis gulma, 2 jenis gulma maupun 3 jenis gulma nyata menaikkan pH air dibanding tanpa gulma baik pada hari ke-4 dan hari ke-8. Selanjutnya pada hari ke-4 perlakuan kombinasi 2 jenis gulma Eceng gondok + Kayu apu memiliki nilai pH tertinggi namun tidak berbeda dengan perlakuan

tunggal, kombinasi 2 jenis gulma dan kombinasi 3 jenis gulma kecuali pada perlakuan tunggal Kiambang dan perlakuan kombinasi Kiambang + Kayu apu, sedangkan pH terendah terdapat pada perlakuan tanpa gulma. Kemudian pada hari ke-8 terlihat bahwa perlakuan kombinasi Eceng gondok + Kayu apu dan perlakuan tunggal Kayu apu tidak berbeda dengan perlakuan tunggal dan kombinasi 2 jenis gulma kecuali pada perlakuan tunggal Kiambang dan perlakuan kombinasi 3 jenis gulma Eceng gondok + Kiambang + Kayu apu. pH tertinggi terdapat pada perlakuan kombinasi 2 jenis gulma Eceng gondok + Kayu apu sedangkan pH terendah pada perlakuan tanpa gulma hari ke-4 dan ke-8.

Perlakuan tunggal satu jenis gulma, kombinasi 2 jenis gulma maupun 3 jenis gulma nyata menurunkan COD dibanding tanpa gulma baik pada hari ke-4 dan ke-8. Selanjutnya pada hari ke-4 perlakuan kombinasi 2 jenis gulma Eceng gondok + Kayu apu memiliki nilai COD terendah namun tidak berbeda dengan perlakuan tunggal, kombinasi 2 jenis gulma dan kombinasi 3 jenis gulma kecuali pada perlakuan tunggal Eceng gondok dan tunggal Kiambang. Kemudian pada hari ke-8 terlihat bahwa perlakuan tunggal Kiambang dan kombinasi Eceng gondok + Kiambang memiliki nilai COD terendah namun tidak berbeda dengan perlakuan tunggal dan kombinasi 2 jenis gulma dan kombinasi 3 jenis gulma kecuali pada perlakuan kombinasi 2 jenis gulma Eceng gondok + Kayu apu. COD tertinggi terdapat pada perlakuan tanpa gulma hari ke-4 dan ke-8. Penurunan COD dipengaruhi oleh adanya gulma air yang berfotosintesis sehingga menggunakan CO₂ dan H₂O dan akan melepas O₂ sehingga meningkatkan Oksigen Terlarut (DO) (LBN-LIPI, 1981 dalam Haridjaja, dkk., 2011). COD juga dapat mengalami kenaikan karena mikroorganisme yang mati dan daun gulma air yang busuk sehingga menyebabkan tambahan bahan organik pada air limbah (Haridjaja, dkk., 2011).

Perlakuan tunggal satu jenis gulma, kombinasi 2 jenis gulma maupun 3 jenis gulma nyata menurunkan BOD dibanding tanpa gulma baik pada hari ke-4 dan ke-8. Selanjutnya pada hari ke-4 perlakuan kombinasi 2 jenis gulma Eceng gondok + Kiambang dan perlakuan tunggal kiambang memiliki nilai BOD terendah namun tidak berbeda dengan perlakuan tunggal, kombinasi 2 jenis gulma dan kombinasi 3 jenis gulma kecuali pada perlakuan tunggal Kayu apu. Kemudian pada hari ke-8

terlihat bahwa perlakuan tunggal Kiambang memiliki nilai BOD terendah namun tidak berbeda dengan perlakuan tunggal, kombinasi 2 jenis gulma dan kombinasi 3 jenis gulma. BOD tertinggi terdapat pada perlakuan tanpa gulma hari ke-4 dan ke-8. Penyisihan BOD juga dapat disebabkan oleh proses fitodegradasi. Penguraian kontaminan organik melalui proses metabolisme yang terserap melalui akar (Mangkoedihardjo dan Samudro, 2010). Gulma air dapat menaikkan konsentrasi oksigen terlarut yang ada dalam air limbah melalui proses fotosintesis, sehingga mikroorganisme dapat menguraikan kontaminan organik (Nuraini dan Felani, 2015). Proses rhizodegradasi maupun fitodegradasi mentranslokasikan kontaminan organik terlarut maupun yang sudah terombak sebelumnya menuju bagian daun (Mangkoedihardjo, 2006 *dalam* Rahmawati 2016).

Perlakuan tunggal satu jenis gulma, kombinasi 2 jenis gulma maupun 3 jenis gulma nyata menurunkan TSS dibanding tanpa gulma baik pada hari ke-4 dan ke-8. Selanjutnya pada hari ke-4 perlakuan tunggal Kayu apu memiliki nilai TSS terendah, perlakuan tunggal Kayu apu, tunggal Eceng gondok dan perlakuan kombinasi 2 jenis gulma Eceng gondok + Kayu apu tidak berbeda dengan perlakuan tunggal, kombinasi 2 jenis gulma dan kombinasi 3 jenis gulma kecuali pada perlakuan tunggal Kiambang. Kemudian pada hari ke-8 terlihat bahwa perlakuan perlakuan tunggal Kayu apu memiliki nilai TSS terendah, perlakuan tunggal Kayu apu, tunggal Eceng gondok dan perlakuan kombinasi 2 jenis gulma Eceng gondok + Kayu apu tidak berbeda dengan perlakuan tunggal, kombinasi 2 jenis gulma dan kombinasi 3 jenis gulma kecuali pada perlakuan tunggal Kiambang dan kombinasi 2 jenis gulma Eceng gondok + Kiambang. TSS tertinggi terdapat pada perlakuan tanpa gulma hari ke-4 dan ke-8. Penurunan TSS setelah pengolahan dengan gulma air disebabkan karena terjadinya proses penyerapan oleh gulma, dekomposisi bahan organik terlarut dan mengendapnya hasil dekomposisi organik (Wirawan, dkk., 2014 ; Kiambang, Simatupang, dkk., 2015). Eceng gondok, Kayu apu dan Kangkung air menurunkan bahan organik (Indah, dkk., 2014) Kayu apu (Ni'ma, dkk., 2014).

Perlakuan tunggal satu jenis gulma, kombinasi 2 jenis gulma maupun 3 jenis gulma nyata menurunkan amonia dibanding tanpa gulma baik pada hari ke-4 dan ke-8. Selanjutnya pada hari ke-4 perlakuan kombinasi Eceng gondok + Kiambang

memiliki nilai amonia terendah, perlakuan tunggal Kayu apu, tunggal Eceng gondok, perlakuan kombinasi 2 jenis gulma Eceng gondok + Kayu apu dan kombinasi 2 jenis gulma Eceng gondok + Kiambang tidak berbeda dengan perlakuan tunggal, kombinasi 2 jenis gulma dan kombinasi 3 jenis gulma kecuali pada perlakuan Kombinasi 2 jenis gulma Kiambang + Kayu apu. Kemudian pada hari ke-8 terlihat bahwa perlakuan tunggal Kayu apu memiliki nilai amonia terendah, namun tidak berbeda dengan perlakuan tunggal, kombinasi 2 jenis gulma dan kombinasi 3 jenis gulma. amonia tertinggi terdapat pada perlakuan tanpa gulma baik itu hari ke-4 dan ke-8.

Tabel 2. Pengaruh Gulma Air Terhadap Parameter Air Limbah Domestik

Perlakuan	Parameter											
	pH		COD		BOD		TSS		Amonia		Minyak Lemak	
	H4	H8	H4	H8	H4	H8	H4	H8	H4	H8	H4	H8
Tanpa Gulma	6,28 a	6,33 a	138 c	127 c	71,4 c	64,5 b	157 c	147 c	1.34 b	1.32 b	5.23 c	5.10 d
Eceng Gondok (EG)	7,11 bcd	7,21 bc	79,6 B	36,4 ab	13,0 A	10,1 a	17.8 A	13.7 a	0.10 a	0.02 a	0.83 a	0.20 a
Kiambang (KI)	6,85 b	7,12 b	75,0 b	32,6 a	12,4 a	8,6 a	30.3 b	22.3 b	0.08 a	0.03 a	0.93 a	0.77 c
Kayu Apu (KA)	7,20 cd	7,38 c	61,8 ab	45,2 ab	16,8 b	10,8 a	15.5 a	11.9 a	0.18 a	0.02 a	1.16 ab	0.66 c
(EG + KI)	7,10 bcd	7,20 bc	68,4 ab	53,9 b	12,1 a	10,3 a	27,0 ab	17.4 b	0.63 a	0.02 a	0.90 a	0.53 bc
(KI + KA)	6,94 bc	7,19 bc	65,4 ab	35,3 ab	13,1 a	10,8 a	23,0 ab	22.8 a	0.57 b	0.03 a	1.53 b	0.56 bc
(EG + KA)	7,26 d	7,42 c	45,2 a	43,0 ab	13,9 ab	9,1 a	16.2 a	11.4 ab	0.11 a	0.05 a	0.83 a	0.33 ab
(EG + KI + KA)	7,01 bcd	7,07 b	61,1 ab	36,1 ab	14,4 ab	12,6 a	24.2 ab	19.4 ab	0.35 ab	0.03 a	1.30 b	0.60 bc
BNT 5%	0,26	0,25	25,7	19,92	3,13	5,36	11,75	8,36	0,34	0,17	0,37	0,33

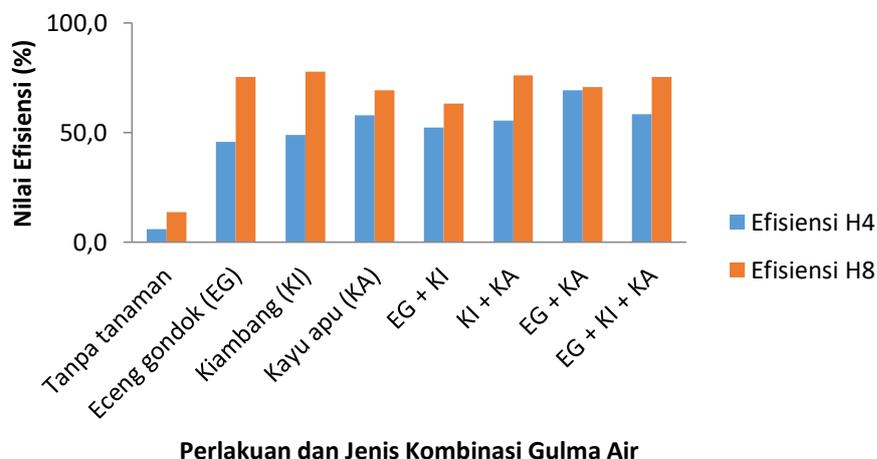
Sumber data diolah dari hasil uji Lab Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Sumatera Selatan (2017)

Perlakuan tunggal satu jenis gulma, kombinasi 2 jenis gulma maupun 3 jenis gulma nyata menurunkan minyak lemak dibanding tanpa gulma baik pada hari ke-4 dan ke-8. Selanjutnya pada hari ke-4 perlakuan tunggal Eceng gondok, tunggal Kayu apu dan Perlakuan kombinasi Eceng gondok + kayu apu memiliki nilai minyak lemak terendah, namun tidak berbeda dengan perlakuan tunggal, kombinasi 2 jenis gulma dan kombinasi 3 jenis gulma kecuali pada perlakuan kombinasi 2 jenis gulma Kiambang + Kayu apu. Kemudian pada hari ke-8 terlihat bahwa

perlakuan perlakuan tunggal Eceng gondok memiliki nilai minyak lemak terendah, namun tidak berbeda dengan perlakuan Kombinasi 2 jenis gulma Eceng gondok + Kayu apu dan berbeda pada perlakuan tunggal, kombinasi 2 jenis gulma dan 3 jenis gulma. Minyak lemak tertinggi terdapat pada perlakuan tanpa gulma hari ke-4 dan ke-8.

Efisiensi penurunan parameter COD air limbah domestik tertinggi pada perlakuan kombinasi 2 jenis gulma Eceng gondok + Kayu apu di hari ke 4 yaitu 69,25% dan perlakuan tunggal Kiambang di hari ke 8 yaitu 77,82% (Gambar 1).

Perlakuan semua jenis gulma sudah sesuai dengan standar baku mutu. Efisiensi penurunan COD paling sedikit adalah pada hari ke-4 6,01% dan hari ke-8 13,69% pada perlakuan kontrol tanpa gulma dengan nilai COD 138.16 mg/L⁻¹ dan 126.87 mg/L⁻¹ yang masih di atas standar baku mutu, hal ini disebabkan karena tidak adanya aktifitas gulma air dan mikroorganisme dalam mendegradasi kontaminan organik.



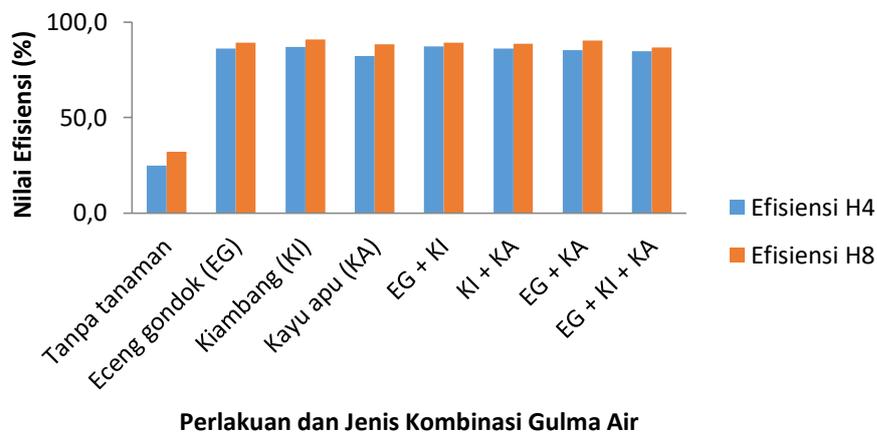
Gambar 1 Efisiensi Penurunan COD

Efisiensi pada parameter BOD tertinggi pada perlakuan kombinasi 2 jenis gulma Eceng gondok + Kiambang di hari ke 4 yaitu 87,30% dan perlakuan tunggal Kiambang di hari ke 8 yaitu 90,98% (Gambar 2).

Efisiensi penurunan BOD paling sedikit adalah pada hari ke 4 yaitu 24,81% dan hari ke 8 yaitu 32,07% pada perlakuan kontrol tanpa gulma, dengan nilai BOD yaitu 71,43 mg/L⁻¹ dan 64,53 mg/L⁻¹ yang masih di atas standar baku mutu, hal ini

disebabkan karena tidak adanya aktifitas gulma air dan mikroorganisme dalam mendegradasi kontaminan organik.

Konsentrasi BOD air limbah domestik mengalami penyisihan pada proses fitoremediasi. Menurut Suhendrayatna, (2012) proses fitoremediasi yang terjadi pada fase tersebut adalah rhizodegradasi. Mikroorganisme pada rizhosphere menyebabkan metabolisme pada akar gulma menghasilkan eksudat pada akar gulma.



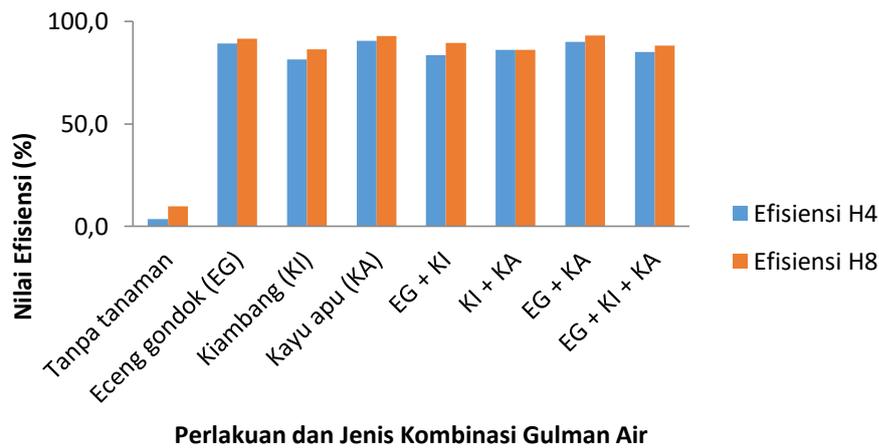
Gambar 2 Efisiensi Penurunan BOD

Efisiensi pada parameter TSS tertinggi pada perlakuan tunggal Kayu apu di hari ke 4 yaitu 90,46 % dan perlakuan kombinasi 2 jenis gulma Eceng gondok + Kayu apu di hari ke 8 yaitu 93,06% (Gambar 3).

Efisiensi penurunan TSS paling sedikit adalah pada hari ke 4 yaitu 3,6% dan hari ke 8 yaitu 9,81% pada perlakuan konntrol tanpa gulma dengan nilai 157 mg/L⁻¹ dan 147 mg/L⁻¹ yang masih di atas standar baku mutu, hal ini disebabkan karena tidak adanya aktifitas tanaman air dan mikroorganisme dalam mendegradasi kontaminan organik dan anorganik, dan menyerap bahan komponen tersuspensi koloid yang melayang.

Tanaman air eceng godok, kiambang dan kayu apu terbukti mampu menurunkan TSS dan sangat efektif dalam menyerap bahan - bahan organik yang terkandung dalam air limbah domestik. Bahan organik yang terserap oleh gulma air dipergunakan untuk pertumbuhan gulma tersebut.

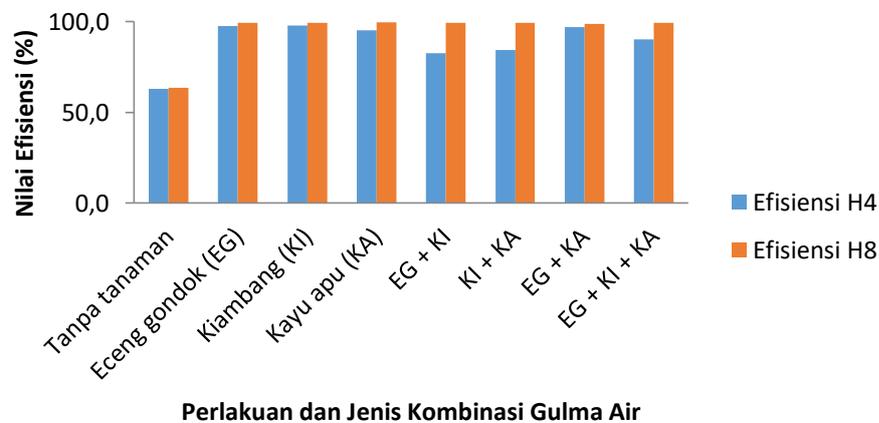
Proses pembersihan akar sebelum aklimatisasi berpengaruh dengan proses penyerapan koloid pada akar yang bersih maka koloid akan banyak sekali menempel sehingga TSS yang pada air limbah domestik akan berkurang. Proses penurunan kandungan TSS setelah pengolahan dengan gulma air disebabkan karena terjadinya proses penyerapan oleh gulma, dekomposisi bahan organik terlarut dan mengendapnya hasil dekomposisi organik (Wirawan, dkk., 2014).



Gambar 3 Efisiensi Penurunan TSS

Efisiensi pada parameter amonia tertinggi pada perlakuan tunggal Kiambang di hari ke 4 yaitu 97,70% dan perlakuan tunggal Kayu apu di hari ke 8 yaitu 99,39% (Gambar 4).

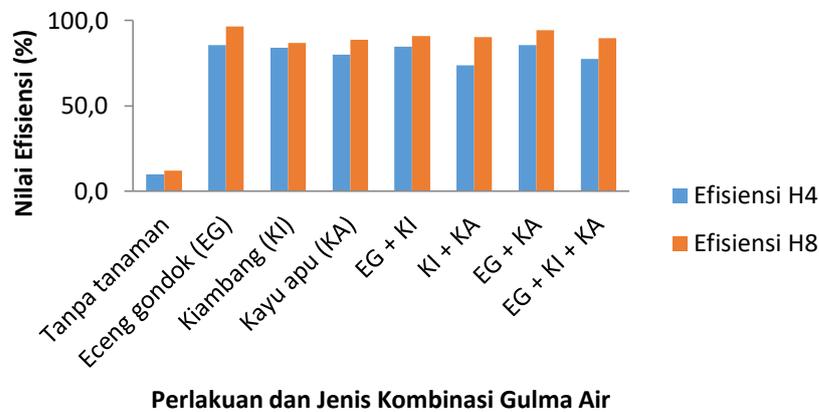
Efisiensi penurunan Amonia paling sedikit adalah pada hari ke 4 yaitu 62,88% dan hari ke 8 yaitu 63,40% pada perlakuan kontrol tanpa gulma.



Gambar 4 Efisiensi Penurunan Amonia

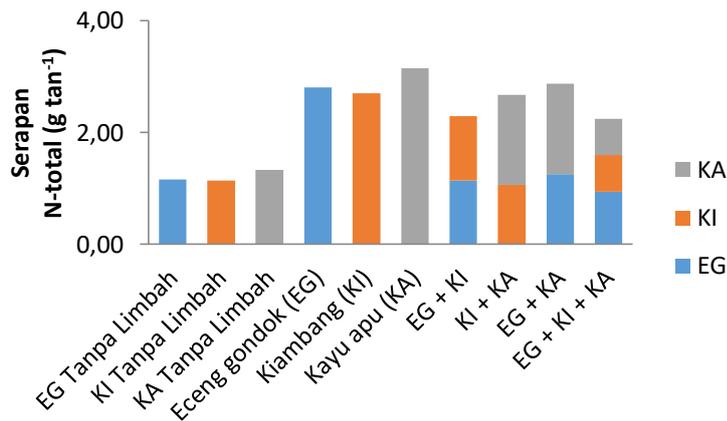
Efisiensi pada parameter minyak lemak tertinggi pada perlakuan tunggal Eceng gondok dan kombinasi Eceng gondok + Kayu apu di hari ke 4 yaitu 85,68% dan perlakuan tunggal Eceng gondok di hari ke 8 yaitu 96,55 % (Gambar 5).

Efisiensi penurunan minyak lemak paling sedikit adalah pada hari ke 4 yaitu 9,82% dan hari ke 8 yaitu 12,06% pada perlakuan tanpa gulma dengan nilai 5,23 mg/L⁻¹ dan 5,1 mg/L⁻¹ yang masih di atas standar baku mutu, hal ini disebabkan karena tidak adanya aktifitas gulma air yang menyerap kandungan minyak lemak pada perairan tersebut.

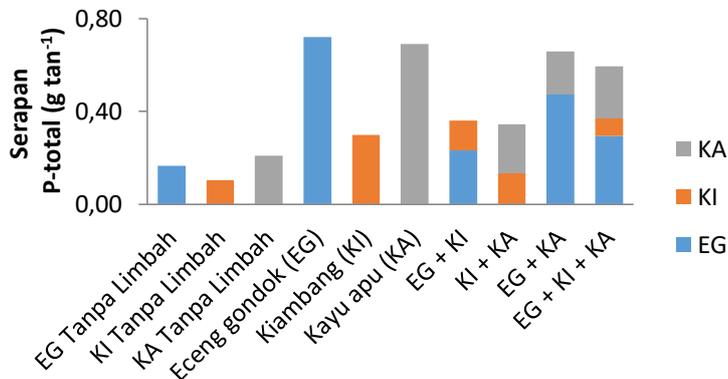


Gambar 5 Efisiensi Penurunan Minyak lemak

Gambar 6 menunjukkan setelah perlakuan diketahui bahwa kandungan N-total pada gulma yang tidak ditanaman pada air limbah yaitu Eceng gondok 1,16 % , Kiambang 1,14% dan Kayu apu 1,34 % . Kandungan N-total paling besar terdapat pada perlakuan Kayu apu tunggal 3,15 % , kombinasi Eceng gondok dan Kayu apu 2,87 % dan Eceng gondok tunggal 2,81 % . Proses penyerapan N-total paling besar yaitu pada gulma Kayu apu tunggal, hal ini disebabkan karena gulmaan Kayu apu yang dijadikan sampel sudah lebih dewasa dibandingkan gulma Eceng gondok dan tidak adanya kompetisi dalam penyerapan hara pada air limbah domestik sehingga efektif dalam menyerap N-total.



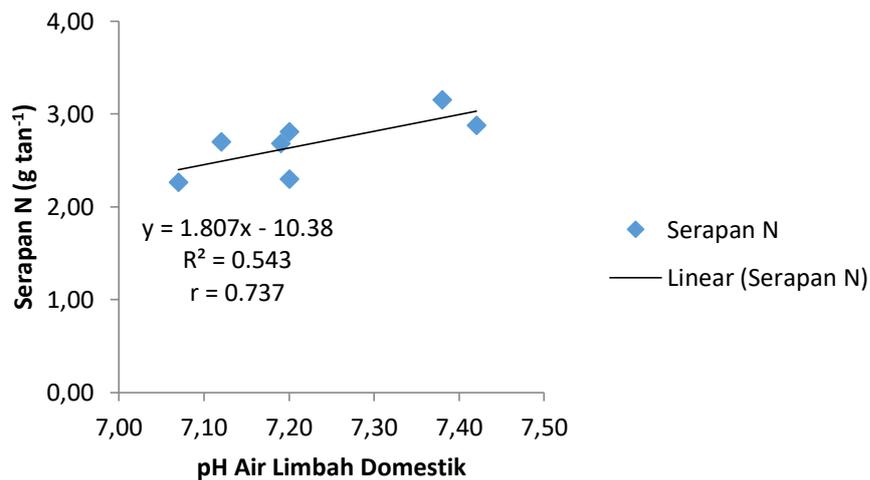
Gambar 6 Kadar serapan N-total pada gulma air yang telah ditanamkan pada air limbah domestik



Gambar 7 Kadar serapan P-total pada gulma air yang telah ditanamkan pada air limbah domestik

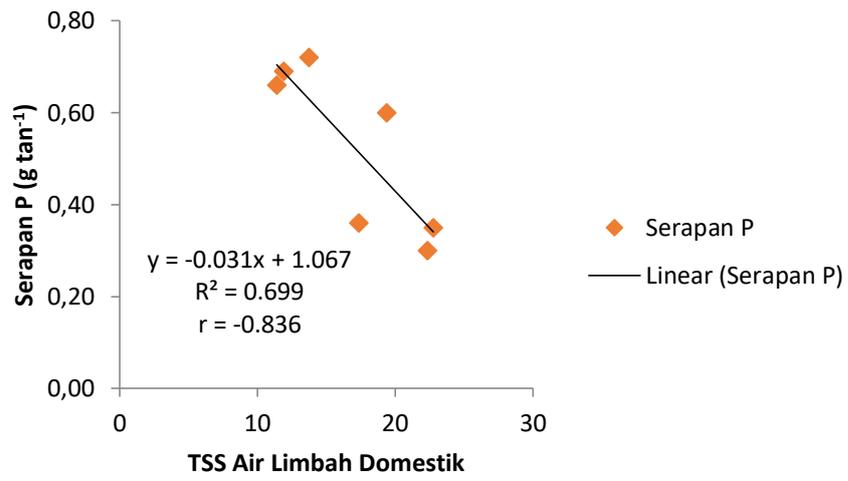
Gambar 7 perlakuan diketahui bahwa kandungan hara pada gulma kontrol yaitu eceng gondok 0,17%, kiambang 0,11% dan kayu apu 0,21%. Kandungan P-total paling tinggi terdapat pada perlakuan Eceng gondok tunggal 0,72 %, Kayu apu tunggal 0,69% dan kombinasi Eceng gondok dan Kayu apu 0,66 %. Proses penyerapan P-total paling besar yaitu pada gulma Eceng gondok tunggal, hal ini disebabkan gulma Eceng gondok lebih efektif dalam menyerap fosfor dan pada perlakuan tunggal tidak ada kompetisi dalam penyerapan hara.

Gambar 8 menunjukkan nilai koefisien korelasi (r) positif yang kuat sebesar 0.737 artinya semakin meningkatnya pH maka serapan N-total pada gulma air akan semakin tinggi. Terdapat korelasi yang nyata antara parameter pH air limbah domestik dengan serapan N-total, penilaian ini berdasarkan hasil uji signifikan 0,05 % dan 0,01 %.



Gambar 8 Korelasi parameter air limbah domestik (pH) dengan serapan N-total pada gulma

Gambar 9 menunjukkan nilai koefisien korelasi (r) negatif yang sangat kuat sebesar -0.836 yang artinya semakin menurunnya TSS air limbah domestik maka semakin besar serapan P-total pada gulma, hal ini disebabkan karena bahan organik dari hara P-total terserap oleh gulma, sedangkan konsentrasi TSS dalam air limbah dipengaruhi oleh penurunan bahan organik yang ada pada air limbah (Supardata, 2005). Terdapat korelasi yang sangat nyata antara parameter TSS air limbah domestik dengan serapan P-total, penilaian ini berdasarkan hasil uji signifikan 0,05 % dan 0,01 %.



Gambar 9 Korelasi parameter air limbah domestik (TSS)dengan serapan P-total pada gulma

V. KESIMPULAN

1. Gulma Eceng gondok, Kiambang, Kayu apu tunggal dan kombinasi 2 jenis gulma atau 3 jenis gulma efektif digunakan sebagai gulma fitoremediasi pengolahan air limbah domestik. Ketiga gulma tersebut mampu menaikkan pH dan menurunkan nilai *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Biological Oxygen Demand* (BOD), *Total Suspended Solid* (TSS), amonia dan minyak lemak air limbah domestik pada hari ke-4 dan ke-8, sehingga air limbah domestik telah mencapai baku mutu yang disyaratkan oleh kementrian Lingkungan Hidup dan Kehutanan No. 68 Tahun 2016.
2. Penyerapan kandungan N-total tertinggi yaitu pada Kayu apu 3,15% sedangkan penyerapan P-total tertinggi pada Eceng gondok dengan P-total keseluruhan 0,72 %.

REFERENSI

- Connell, D.W., dan Miller, G.J. 1983. *Chemistry and Ecotoxicology of Pollution*. Wily International Science Publication. Brisbane. Australia. Penerjemah Koestoer, Y., dan Sahati 1995. *Kimia dan Ekotoksikologi Pencemaran*. UI-Press. 520 hal.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius. 258 hal.
- Dhahiyat, Y. 1990. Tesis Kandungan Limbah Cair Pabrik tahu dan pengolahannya Dengan Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes* (Mart) Solms). 94 hal.
- Hardyanti, Nurandani dan Rahayu S.S. 2006. *Fitoremediasi Phospat Dengan Pemanfaatan Eceng Gondok (Eichhornia Crassipes) (Studi Kasus Pada Limbah Cair Industri Kecil Laundry)*. Program Studi Teknik Lingkungan FT Undip dan Teknik Mesin Politeknik Negeri Semarang.
- Kodoatie, R.J. dan Sjarief, R., 2008. *Pengolahan Sumber daya Air Terpadu*. Andi Yogyakarta. 412 hal.
- Kodoatie, R.J. dan Sjarief, R., 2011. *Pengantar Manajemen Infrastruktur*. Andi Yogyakarta.
- Kalsum, U.S.Y., 2013. Efektifitas Pengolahan Limbah Cair Domestik Dengan Teknik Fitoremediasi Secara Kontinyu menggunakan Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*), Hydrilla (*Hydrilla Verticillata*) Dan Rumpuk Payung (*Cyperus Alternifolius*) [Tesis], Universitas Sriwijaya. 62 hal.
- Muljadi. 2009. *Efisiensi Instalasi Pengolahan Limbah Cair Industri Batik Cetak Dengan Metode Fisika-Kimia dan Biologi Terhadap Penurunan Parameter Tercemar (BOD, COD, dan Logam Berat Krom (Cr) Studi Kasus Di Desa Butulan Makam Haji Sukoharjo)*. *Jurnal Ekuilibrium* 8 (1): 7-16.
- Ninasari, A., 2006. *Fitoremediasi Air Lindi TPA Sampah menggunakan Tanaman Air*. [Tesis], Institut Pertanian Bogor.
- Nindra, D.Y. dan Hartini, E. 2012. *Efektivitas Tanaman Teratai Dan Eceng Gondok Dalam Menurunkan BOD Pada Limbah Cair Industri Tahu*. Abstrak. Universitas Dian Nuswantoro Semarang
- Nurhidayah, Sofiarini, D. dan Yunandar 2014. *Fitoremediasi Tumbuhan Air Kiyambang (Salvinia Molesta) Purun Tikus (Eleocharis dulcis) dan Perupuk (Phragmites karka) Sebagai Alternatif Pengolahan Limbah Cair Karet*. 10:18-26.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No. 68 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik.

- Rahmawati, A., Zaman, B., Purnowo., 2016. Kemampuan Tanaman Kiyambang (*Salvennia Molesta*) dalam Menyisihkan BOD dan Fosfat pada Limbah Domestik (*Greywater*) dengan sistem Fitoremediasi secara Kontinyu. *Jurnal Teknik Lingkungan*. 5 (4): 1-8.
- Rukmi, D.P., Ellyke dan Pujiati, R.S. 2013. *Efektivitas Eceng Gondok (Eichhornia crassipes) dalam Menurunkan Kadar Deterjen, BOD, dan COD pada Air Limbah Laundry*, Bagian Kesehatan Lingkungan dan Kesehatan Keselamatan Kerja, Fakultas Kesehatan Masyarakat. Universitas Jember.
- Salt, D.E., Smith, R.D., dan Raskin, I., 1998. Phytoremediation. *Annual review of Plant Physiology*. 49 : 643-668.
- Sawyer, C.N., McCarty, P. and Parkin, G.F. 2003. *Chemistry for Enviromental Engineering and Sciences*. 5th edition. Mc Gram Hill Co: Singapore. Hal 753.
- Smith, E.P., 2005. Phytoremediation, Annual Review of Plant Biology.
- Sitompul, D.F., Sustina, M., Pharmawati, K., 2013. Pengolahan limbah cair hotel aston braga city walk dengan proses fitoremediasi menggunakan tumbuhan eceng gondok. *Jurnal Institut Teknologi Nasional*, 2 (1).
- Sudjarwo, T. 2014. Karakteristik *Eichhonia crassipes* (Mart) Solms dan *Pistia Stratiotes* L. Pada Air Limbah Domestik IPAL Bojongsoang Bandung Serta Uji Toksisitas Hasil Fitoremediasinya. [Disertasi] Universitas Indonesia.
- Sugiharto, 1987. *Dasar-Dasar Pengolahan Air Limbah*. UI-Press. Jakarta.
- Supardata, 2005. Pengolahan limbah domestik menggunakan tanaman hias *Cyperus alternifolius*, L. dalam sistem lahan basah buatan aliran bawah permukaan (SSF-Wetland). [Tesis]. Semarang (ID) Universitas Diponegoro.
- Tato, S., 2009. Mengelola Limbah Cair Rumah Tangga Dengan Filter Biogeokimia. Penerbit Nala Cipta Litera. Hal 137.
- Wirawan, W.A., Wirosedarmo, R., dan Susanawati, L.D., 2014. Pengolahan Limbah cair Domestik Menggunakan Tanaman Kayu Apu (*Pistia Stratiotes* L.) Dengan Teknik Tanam Hidroponik Sistem DFT (Deepflowtechnique). *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*. 63-70.
- Yusuf, G. 2008. Bioremediasi Limbah Rumah Tangga Dengan Sistem Simulasi Tanaman Air. *Jurnal Bumi Lestari*. 8 (2): 136-144.

LAMPIRAN

SURAT KETERANGAN MAHASISWA BIMBINGAN PASCASARJANA



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS LAMPUNG
PROGRAM PASCASARJANA

Jalan Prof. Dr. Sumantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung 35145
Telepon/Fax (0721) 783682, Fax : (0721) 783682, e-mail : pasca@kpa.unila.ac.id
website : http://pasca.unila.ac.id

SURAT KETERANGAN

Nomor : 67 /UN26.19/KM.00.03/2018

Direktur Program Pascasarjana Universitas Lampung menerangkan bahwa susunan nama dosen:
Pada kolom 2 dengan okupasi pada kolom 3 :

No	Nama	Okupasi
1	Prof. Ir. Nanik Sriyani, M.Sc.,Ph.D.	Pembimbing Utama
2	Prof. Ir. Dermiyati, M.Agr.Sc.,Ph.D.	Pembimbing Kedua
3	Dr. Erdi Suroso, S.T.P.,M.T.A.	Pembahas/Penguji Utama
4	Dr. Ir. Slamet Budi Yuwono, M.S.	Pembahas/Penguji Anggota

Sedang menjalankan tugasnya dalam penyusunan Tesis:

Nama : Imron
Nomor Pokok Mahasiswa : 1520011007
Fakultas : Pascasarjana
Program Studi : Magister Ilmu Lingkungan
Judul Tesis : Perbaikan Kualitas Air Limbah Domestik Dengan Fitoremediasi Menggunakan Kombinasi Beberapa Tanaman Air

Ditargetkan paling lambat akan selesai pada akhir Oktober 2018. Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Bandar Lampung, 26 Februari 2018

Direktur,

Prof. Drs. Mustofa, MA., Ph.D.
NIP.19570101 198403 1 020



**KEPUTUSAN DIREKTUR
PROGRAM PASCASARJANA UNIVERSITAS LAMPUNG
NOMOR 352 /UN26.19/PP.07.02.01/2017**

**TENTANG
TIM DOSEN PEMBIMBING TESIS SEMESTER GANJIL TAHUN AKADEMIK 2017/2018
PROGRAM STUDI S2 MULTIDISIPLIN, MAGISTER ILMU LINGKUNGAN,
PROGRAM PASCASARJANA UNIVERSITAS LAMPUNG TAHUN 2017**

DIREKTUR UNIVERSITAS LAMPUNG,

- Menimbang** :
- a. bahwa untuk memberikan kewenangan dalam Pembimbingan Tesis bagi mahasiswa Program Studi S2 Multidisiplin Magister Ilmu Lingkungan, Program Pascasarjana Universitas Lampung;
 - b. bahwa berdasarkan pertimbangan sebagaimana dalam huruf a, dipandang perlu mengangkat Tim Dosen Pembimbing Tesis Semester Ganjil Tahun Akademik 2017/2018 Program Studi S2 Multidisiplin Magister Ilmu Lingkungan, Program Pascasarjana Universitas Lampung yang ditetapkan dengan Keputusan Direktur Program Pascasarjana.
- Mengingat** :
1. Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2003 Tentang Sistem Pendidikan Nasional (Lembar Negara Republik Indonesia Tahun 2003 Nomor 78, Tambahan Lembar Negara Republik Indonesia Negara Nomor 4301);
 2. Undang-Undang Nomor 12 Tahun 2012 Tentang Pendidikan Tinggi (Lembar Negara Republik Indonesia Tahun 2012 Nomor 158, Tambahan Lembar Negara Nomor 5336);
 3. Undang-Undang Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Aparatur Sipil Negara (Lembar Negara Republik Indonesia Tahun 2014 Nomor 6, Tambahan Lembar Negara Nomor 5494);
 4. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 4 Tahun 2014 Tentang Penyelenggaraan Pendidikan Tinggi dan Pengelolaan Perguruan Tinggi (Lembar Negara Republik Indonesia Tahun 2014 Nomor 16, Tambahan Lembar Negara Nomor 5500);
 5. Keputusan Presiden Nomor 73 Tahun 1966 tentang Pendirian Universitas Lampung;
 6. Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 72 Tahun 2014 Tentang Organisasi dan Tata Kerja Universitas Lampung (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2014 Nomor 1045);
 7. Peraturan Menteri Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Nomor 6 Tahun 2015 tentang Statuta Universitas Lampung (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2014 Nomor 518);
 8. Peraturan Menteri Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Nomor 44 Tahun 2015 tentang Standar Nasional Pendidikan Tinggi (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2015 Nomor 1952);
 9. Peraturan Menteri Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Nomor 51 Tahun 2015 tentang Tata Naskah Dinas di Lingkungan Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2015 Nomor 2082);
 10. Keputusan Menteri Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi Nomor: 335/M/KP/XI/2015 tanggal 25 November 2015 tentang Pemberhentian dan Pengangkatan Rektor Universitas Lampung;
 11. Izin Departemen Pendidikan Nasional Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Nomor: 139/D/T/2009, tanggal 6 Februari 2009 tentang Izin Penyelenggaraan Program Studi Ilmu Lingkungan (S2) pada Universitas Lampung.

12. Keputusan Rektor Universitas Lampung Nomor:1403/UN26/KP/2015, tanggal 27 November 2015 tentang Perpanjangan Masa Jabatan Direktur Program Pascasarjana Universitas Lampung.

MEMUTUSKAN

- Menetapkan : KEPUTUSAN DIREKTUR PROGRAM PASCASARJANA UNIVERSITAS LAMPUNG TENTANG TENTANG PENGANGKATAN TIM DOSEN PEMBIMBING TESIS SEMESTER GANJIL TAHUN AKADEMIK 2017/2018 PADA PROGRAM STUDI S2 MULTIDISIPLIN, MAGISTER ILMU LINGKUNGAN, PROGRAM PASCASARJANA UNIVERSITAS LAMPUNG TAHUN 2017.
- KESATU : Mengangkat Tim Dosen Pembimbing Tesis Semester Ganjil Tahun Akademik 2017/2018 Program Studi S2 Multidisiplin Magister Ilmu Lingkungan, Program Pascasarjana Universitas Lampung dengan susunan personalia sebagaimana tercantum dalam Lampiran Keputusan ini;
- KEDUA : Tim Dosen Dosen Pembimbing Tesis Semester Ganjil Tahun Akademik 2017/2018 Program Studi S2 Multidisiplin Magister Ilmu Lingkungan, Program Pascasarjana Universitas Lampung dalam menjalankan tugasnya bertanggung jawab kepada Direktur Program Pascasarjana.
- KETIGA : Keputusan ini bertaku sejak tanggal ditetapkan.

Ditetapkan di : Bandar Lampung
Pada tanggal : 31 Oktober 2017

Direktur Program Pascasarjana
Universitas Lampung,



Prof. Dr. Sudjarwo, M.S.
NIP. 195305281981031002

Tembusan:

1. Rektor (sebagai laporan);
2. Para Wakil Rektor;
3. Para Kepala Biro;
4. Para Dekan;
5. Dosen yang bersangkutan untuk dilaksanakan;
Universitas Lampung.



**KEPUTUSAN DIREKTUR
PROGRAM PASCASARJANA UNIVERSITAS LAMPUNG
NOMOR 353 /UN26.19/PP.07.02.03/2017**

**TENTANG
TIM DOSEN PENGUJI TESIS SEMESTER GANJIL TAHUN AKADEMIK 2017/2018
PROGRAM STUDI S2 MULTIDISIPLIN, MAGISTER ILMU LINGKUNGAN,
PROGRAM PASCASARJANA UNIVERSITAS LAMPUNG TAHUN 2017**

DIREKTUR UNIVERSITAS LAMPUNG,

- Menimbang** :
- a. bahwa untuk memberikan kewenangan dalam Pengujian Tesis bagi mahasiswa Program Studi S2 Multidisiplin Magister Ilmu Lingkungan, Program Pascasarjana Universitas Lampung;
 - b. bahwa berdasarkan pertimbangan sebagaimana dalam huruf a, dipandang perlu mengangkat Tim Dosen Penguji Tesis Semester Ganjil Tahun Akademik 2017/2018 Program Studi S2 Multidisiplin Magister Ilmu Lingkungan, Program Pascasarjana Universitas Lampung yang ditetapkan dengan Keputusan Direktur Program Pascasarjana.
- Mengingat** :
- 1. Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2003 Tentang Sistem Pendidikan Nasional (Lembar Negara Republik Indonesia Tahun 2003 Nomor 78, Tambahan Lembar Negara Republik Indonesia Negara Nomor 4301);
 - 2. Undang-Undang Nomor 12 Tahun 2012 Tentang Pendidikan Tinggi (Lembar Negara Republik Indonesia Tahun 2012 Nomor 158, Tambahan Lembar Negara Nomor 5336);
 - 3. Undang-Undang Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Aparatur Sipil Negara (Lembar Negara Republik Indonesia Tahun 2014 Nomor 6, Tambahan Lembar Negara Nomor 5494);
 - 4. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 4 Tahun 2014 Tentang Penyelenggaraan Pendidikan Tinggi dan Pengelolaan Perguruan Tinggi (Lembar Negara Republik Indonesia Tahun 2014 Nomor 16, Tambahan Lembar Negara Nomor 5500);
 - 5. Keputusan Presiden Nomor 73 Tahun 1966 tentang Pendirian Universitas Lampung;
 - 6. Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 72 Tahun 2014 Tentang Organisasi dan Tata Kerja Universitas Lampung (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2014 Nomor 1045);
 - 7. Peraturan Menteri Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Nomor 6 Tahun 2015 tentang Statuta Universitas Lampung (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2014 Nomor 518);
 - 8. Peraturan Menteri Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Nomor 44 Tahun 2015 tentang Standar Nasional Pendidikan Tinggi (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2015 Nomor 1952);
 - 9. Peraturan Menteri Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Nomor 51 Tahun 2015 tentang Tata Naskah Dinas di Lingkungan Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2015 Nomor 2082);
 - 10. Keputusan Menteri Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi Nomor: 335/M/KP/XI/2015 tanggal 25 November 2015 tentang Pemberhentian dan Pengangkatan Rektor Universitas Lampung;
 - 11. Izin Departemen Pendidikan Nasional Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Nomor:139/D/T/2009, tanggal 6 Februari 2009 tentang Izin Penyelenggaraan Program Studi Ilmu Lingkungan (S2) pada Universitas Lampung.

12. Keputusan Rektor Universitas Lampung Nomor:1403/UN26/KP/2015, tanggal 27 November 2015 tentang Perpanjangan Masa Jabatan Direktur Program Pascasarjana Universitas Lampung.

MEMUTUSKAN

- Menetapkan : KEPUTUSAN DIREKTUR PROGRAM PASCASARJANA UNIVERSITAS LAMPUNG TENTANG PENGANGKATAN TIM DOSEN PENGUJI TESIS SEMESTER GANJIL TAHUN AKADEMIK 2017/2018 PADA PROGRAM STUDI S2 MULTIDISIPLIN, MAGISTER ILMU LINGKUNGAN, PROGRAM PASCASARJANA UNIVERSITAS LAMPUNG TAHUN 2017.
- KESATU : Mengangkat Tim Dosen Penguji Tesis Semester Ganjil Tahun Akademik 2017/2018 Program Studi S2 Multidisiplin Magister Ilmu Lingkungan, Program Pascasarjana Universitas Lampung dengan susunan personalia sebagaimana tercantum dalam Lampiran Keputusan ini;
- KEDUA : Tim Dosen Penguji Tesis Semester Ganjil Tahun Akademik 2017/2018 Program Studi S2 Multidisiplin Magister Ilmu Lingkungan, Program Pascasarjana Universitas Lampung dalam menjalankan tugasnya bertanggung jawab kepada Direktur Program Pascasarjana.
- KETIGA : Keputusan ini berlaku sejak tanggal ditetapkan.

Ditetapkan di : Bandar Lampung
Pada tanggal : 31 Oktober 2017

Direktur Program Pascasarjana
Universitas Lampung,



Prof/Dr. Sudjarwo, M.S.
NIP 195305281981031002

Tembusan:

1. Rektor (sebagai laporan);
2. Para Wakil Rektor;
3. Para Kepala Biro;
4. Para Dekan;
5. Dosen yang bersangkutan untuk dilaksanakan;
Universitas Lampung.

LAMPIRAN : KEPUTUSAN DIREKTUR PROGRAM PASCASARJANA UNIVERSITAS LAMPUNG

NOMOR : 257/UN26.19/PP.07.02.03/2017

TANGGAL : 21 OKTOBER 2017

TENTANG : NAMA-NAMA TIM DOSEN PENGUJI SEMESTER GANJIL TAHUN AKADEMIK 2017/2018 PROGRAM STUDI S2 MULTIDISIPLIN, MAGISTER ILMU LINGKUNGAN, PROGRAM PASCASARJANA UNIVERSITAS LAMPUNG TAHUN 2017.

NO (A)	NAMA/NPM (B)	PEMBAHAS/PENGUJI (C)	NAMA DOSEN PENGUJI (D)	NIP (E)	GOL (F)
1.	Nanik Nufiani 1420011006	Ketua Penguji Sekretaris Anggota Penguji Utama Penguji Anggota	Prof. Dr. Ir. Muhajir Utomo, M.Sc. Dr. Ir. Samsul Bakri, M.Si. Dr. Ir. Farida Fathul, M.Sc. Prof. Dr. dr. Efrida Warganegara, M.Kes., Sp.MK. Drs. Tugiyono, M.Si., Ph.D.	195007161976031002 196105051987031002 195903301983032001 195012231977102001 196411191990031001	IV/e IV/a IV/b IV/d IV/b
2.	Agung Bahari 1520011005	Ketua Penguji Sekretaris Penguji Utama Penguji Anggota	Dr. Ir. Samsul Bakri, M.Si. Dr. Eng. Dewi Agustina Iryani, S.T.,M.T. Dr. Erdi Suroso, S.T.P., M.T.A. Dr. Ir. Abdullah Aman Damai, M.Si.	196105051987031002 19720825200032001 197210061998031005 196505011989021001	IV/a III/d III/d III/c
3.	S Rendra Utama R 1520011001	Ketua Penguji Sekretaris Penguji Utama Penguji Anggota	Dr. Eng. Dewi Agustina Iryani, S.T., M.T. Dr. Eng. Dikpride Despa, S.T., M.T. Dr. Erdi Suroso, S.T.P., M.T.A. Hari Kaskoyo, S.Hut., M.P., Ph.D.	19720825200032001 197204261998032001 197210061998031005 196906011998021002	III/d III/d III/d III/c
4.	Yuwana Puja 1520011001	Ketua Penguji Sekretaris Anggota Penguji Utama Penguji Anggota	Drs. Tugiyono, M.Si., Ph.D. Dr. Drs. Suciantoro, M.Sc. Dr. Indra Gumay Febryano, S.Hut., M.Si. Prof. Dr. Udin Hasanuddin, M.T. Dr. Indra Gumay Yudha, S.P., M.Si.	196411191990031001 196109261992031003 197402222003121001 196401061988031002 197008151999031001	IV/b IV/a III/c IV/b IV/a
5.	Wilyam Buli 1520011004	Ketua Penguji Sekretaris Penguji Utama Penguji Anggota	Dr. Ir. Samsul Bakri, M.Si. Dr. Indra Gumay Febryano, S.Hut., M.Si. Dr. Ir. Abdulah Aman Damai, M.Si. Dr. Ir. Slamet Budi Yuwono, M.S.	196105051987031002 197402222003121001 196505011989021001 196412231994031003	IV/a III/c III/c IV/b
6.	Billy Putra Wijaya 1520011009	Ketua Penguji Sekretaris Anggota Penguji Utama Penguji Anggota	Dr. Ir. Slamet Budi Yuwono, M.S. Dr. dr. Jhons Fatriyadi Suwandri, M.Kes. Dr. Arief Darmawan, S.Hut., M.Sc. Dr. Dyah Wulan Sumekar RW, SKM., M.Kes. Dr. Hj. Bainah Sari Dewi S.Hut, M.P.	196412231994031003 197608312003121003 197907012008011009 197206281997022001 197310121999032001	IV/b III/c III/b IV/a III/d
7.	Imron 1520011007	Ketua Penguji Sekretaris Penguji Utama Penguji Anggota	Prof. Ir. Nanik Sriyani, M.Sc., Ph.D. Prof. Ir. Dermiyati, M.Agr.Sc., Ph.D. Dr. Erdi Suroso, S.T.P., M.T.A. Dr. Ir. Slamet Budi Yuwono, M.S.	196201011986032001 196308041987032002 197210061998031005 196412231994031003	IV/d IV/e III/d IV/b
8.	Fina Triana Marbun 1620011006	Ketua Penguji Sekretaris Anggota Penguji Utama Penguji Anggota	Dr. Dyah Wulan Sumekar RW, SKM., M.Kes. Dr. dr. Jhons Fatriyadi Suwandri, M.Kes. Dr. Ir. Samsul Bakri, M.Si. Prof. Dr. dr. Efrida Warganegara, M.Kes., Sp.MK. Dr. Endro P Wahono, S.T.,M.Sc.	197206281997022001 197608312003121003 196105051987031002 195012231977102001 197001291995121001	IV/a III/c IV/a IV/d IV/a
9.	Deby Mipa Salam 1620011009	Ketua Penguji Sekretaris Anggota Penguji Utama Penguji Anggota	Dr. dr. Muhartono, S.Ked, M.Kes, Sp.PA. Dr. dr. Asep Sukohar, M.Kes. Dr. Ir. Samsul Bakri, M.Si. Prof. Dr. Sutyarso, M. Biomed. Dr. Dyah Wulan Sumekar RW, SKM., M.Kes.	197012082001121001 196905152001121004 196105051987031002 195704241987031001 197206281997022001	III/d III/d IV/a IV/b IV/a