



**APLIKASI SISTEM AKUAPONIK SEBAGAI
ALTERNATIF PENGOLAHAN
LIMBAH CAIR SALIVA**

SKRIPSI

Oleh

**Salsabila Reza Susanto
NIM 161610101098**

**FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
UNIVERSITAS JEMBER
2020**



**APLIKASI SISTEM AKUAPONIK SEBAGAI
ALTERNATIF PENGOLAHAN
LIMBAH CAIR SALIVA**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada Fakultas Kedokteran Gigi (S-1) dan mencapai gelar Sarjana Kedokteran Gigi

Oleh

**Salsabila Reza Susanto
NIM 161610101098**

**FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
UNIVERSITAS JEMBER
2020**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Allah SWT yang senantiasa memberikan rahmat dan perlindungan-Nya dan Nabi Muhammad SAW yang menjadi penuntunku;
2. Kedua orang tua saya Ibunda Siti Masitah, Ayahanda Nursusanto Alam Bakti, dan Kakakku Reyhan Algifari yang saya sayangi;
3. Guru-guru sejak TK, SD, SMP, SMA yang telah mendidik dan memberikan ilmu yang sangat bermanfaat;
4. Segenap dosen dan pegawai Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember yang membimbing dan mendidik saya selama menempuh pendidikan dokter gigi;
5. Almamaterku Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember.

MOTO

Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan, sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai (dari sesuatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain), dan hanya kepada Tuhanmulah engkau berharap.

(Al-Insyirah (94): 5-8)*)



*) Kementerian Agama Republik Indonesia. 2014. Al-Qur'an dan Terjemahannya Juz 1 s/d 30. Bandung: Sinar Baru Algensindo.

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Salsabila Reza Susanto

NIM : 161610101098

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul “Aplikasi Sistem Akuaponik sebagai Alternatif Pengolahan Limbah Cair Saliva” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 22 Desember 2020

Yang menyatakan

Salsabila Reza Susanto

NIM 161610101098

SKRIPSI

**APLIKASI SISTEM AKUAPONIK SEBAGAI
ALTERNATIF PENGOLAHAN
LIMBAH CAIR SALIVA**

Oleh

**Salsabila Reza Susanto
NIM 161610101098**

Dosen Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Dr. drg. Purwanto, M. Kes.

Dosen Pembimbing Pendamping : Dr. drg. I Dewa Ayu Susilawati, M. Kes.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Aplikasi Sistem Akuaponik sebagai Alternatif Pengolahan Limbah Cair Saliva” telah diuji dan disahkan pada:

Hari, tanggal : Selasa, 22 Desember 2020

Tempat : Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember

Dosen Penguji Ketua

Dosen Penguji Anggota

drg. Dwi Kartika Apriyono, M. Kes., Sp. OF.
NIP. 197812152005011002

drg. Swasthi Prasetyarini, M. Kes.
NIP. 198103212005012003

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Pendamping

Dr. drg. Purwanto, M. Kes.
NIP. 195710241986031002

Dr. drg. I Dewa Ayu Susilawati, M. Kes.
NIP. 196109031986022001

Mengesahkan,
Dekan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember

drg. R Rahardyan Parnaadji, M.Kes, Sp.Pros
NIP. 196901121996011001

RINGKASAN

Aplikasi Sistem Akuaponik sebagai Alternatif Pengolahan Limbah Cair Saliva; Salsabila Reza Susanto; 161610101098; 80 halaman; Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember.

Sebesar 78% klinik gigi selalu menghasilkan limbah cair medis berupa saliva, yang di dalamnya terdapat bakteri *Streptococcus mutans* (*S.mutans*). Sebelum dibuang ke lingkungan, limbah wajib diolah terlebih dahulu hingga memenuhi baku mutu air limbah. Akan tetapi, pelaksanaan pengolahan limbah sering mengalami masalah seperti terbatasnya dana untuk membangun fasilitas pengolahan limbah serta biaya operasionalnya cukup tinggi, khususnya untuk fasilitas pelayanan kesehatan dengan kapasitas kecil hingga menengah yang umumnya membuang air limbahnya ke saluran umum tanpa pengolahan sama sekali. Untuk mengatasi permasalahan pengolahan limbah cair tersebut, maka akuaponik dapat menjadi salah satu solusinya. Akuaponik merupakan gabungan antara teknologi hidroponik (budidaya tumbuhan tanpa media tanah) dan akuakultur (budidaya perairan) dalam suatu wadah yang terintegrasi. Dalam akuaponik, air kolam ikan yang sebenarnya merupakan limbah akan dialirkan secara terus-menerus sebagai nutrisi bagi tumbuhan untuk metabolisme sel-sel tumbuhan tersebut, sehingga saat kembali ke kolam, air menjadi “bersih” dan mempunyai kondisi yang lebih layak untuk budidaya ikan. Dengan memanfaatkan prinsip kerja akuaponik dalam membersihkan air kolam ikan, maka tumbuhan diharapkan mampu menyerap limbah saliva yang dimasukkan ke dalam sistem akuaponik, yang ditandai dengan adanya penurunan jumlah koloni *S.mutans*. Selain itu, akuaponik juga diharapkan mampu mengolah limbah saliva hingga memenuhi baku mutu air limbah yang terdiri dari pH, BOD₅, COD, dan TSS.

Jenis penelitian ini adalah eksperimental laboratoris dengan rancangan penelitian *time series*, yaitu melibatkan satu kelompok (tunggal) yang diukur secara periodik dalam interval waktu tertentu. Penelitian ini menggunakan akuaponik, yaitu gabungan antara budidaya tumbuhan dan perairan, sebagai alternatif pengolahan limbah cair saliva. Jenis akuaponik yang digunakan adalah sistem

media bed dengan komponen berupa akuarium, air tawar, ikan lele albino, *rockwool*, batu koral, dan kangkung darat. Saliva dimasukkan ke dalam masing-masing sistem akuaponik untuk dilakukan pengolahan kemudian dilakukan pengambilan sampel dengan metode *grab sampling* dalam interval waktu tertentu yaitu pada durasi kerja akuaponik 0, 24, 48, 72 jam. Setelah itu dilakukan pengukuran parameter pH, BOD₅, COD, TSS, dan jumlah koloni *S.mutans*. Pengujian pH dilakukan dengan pH meter, pengujian BOD₅ dilakukan secara iodometri (modifikasi azida), pengujian COD dilakukan dengan refluks tertutup secara titrimetri, dan pengujian TSS dilakukan secara gravimetri. Pengujian dan analisis jumlah koloni *S.mutans* dibagi menjadi empat tahap yaitu sterilisasi alat, pembuatan media selektif TSA, pengambilan sampel dan kultur mikroorganismenya, serta penghitungan jumlah koloni. Data hasil uji laboratorium kandungan pH, BOD₅, COD, TSS, dan jumlah koloni *S.mutans* dianalisis secara deskriptif yaitu dengan mendeskripsikan data secara visual dalam bentuk grafik.

Hasil penelitian menunjukkan nilai BOD₅, COD, dan jumlah koloni *S.mutans* mengalami penurunan, sedangkan nilai pH dan TSS mengalami peningkatan. Nilai pH mengalami peningkatan sebesar 3,49%, yaitu menjadi 8,9. Meningkatnya nilai pH diduga disebabkan oleh berkurangnya konsentrasi karbondioksida dalam perairan akibat aktivitas fotosintesis. Nilai BOD₅ mengalami penurunan sebesar 50%, yaitu menjadi 34,79 mg/L. Nilai COD mengalami penurunan sebesar 61,19%, yaitu menjadi 26 mg/L. Menurunnya nilai BOD₅ dan COD diduga terjadi karena proses fitoremediasi dan penambahan oksigen terlarut yang digunakan untuk mengurai bahan organik. Nilai TSS mengalami peningkatan sebesar 66,67%, yaitu menjadi 5 mg/L. Meningkatnya nilai TSS diduga disebabkan oleh sistem perakaran tumbuhan yang gagal menghambat laju partikel solid yang dibawa aliran limbah, adanya residu berupa bagian tubuh tumbuhan, adanya debu dari udara yang masuk ke dalam limbah, dan terjadinya pengadukan pada saat pengambilan sampel. Jumlah koloni *S.mutans* mengalami penurunan sebesar 82,78 %, yaitu menjadi 193 koloni. Menurunnya jumlah koloni *S.mutans* diduga disebabkan karena pH dan nutrisi lingkungan yang tidak mendukung pertumbuhan bakteri. Selain itu,

penurunan jumlah koloni *S.mutans* kemungkinan juga disebabkan karena tumbuhan dapat memfilter bakteri melalui filtrasi xilem.

Sistem akuaponik dapat digunakan sebagai alternatif pengolahan limbah cair saliva yang ditunjukkan dengan hasil penelitian berupa terpenuhinya parameter baku mutu air limbah, begitupula dengan jumlah koloni *S.mutans* yang mengalami penurunan seiring bertambah lamanya durasi kerja akuaponik. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk menganalisis parameter baku mutu air limbah selain pH, BOD₅, COD, dan TSS; menganalisis bakteri selain *S.mutans* yang umum ditemukan dalam saliva; menganalisis bahan kedokteran gigi yang umum ditemukan dalam saliva; mengkaji durasi kerja akuaponik yang efektif dalam mengolah limbah cair saliva; serta mengkaji susunan instalasi sistem akuaponik yang efektif dalam mengolah limbah cair saliva.

PRAKATA

Alhamdulillah Rabbil'alamiin, puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT karena hanya dengan ridho dan karunia-Nya semata penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Aplikasi Sistem Akuaponik sebagai Alternatif Pengolahan Limbah Cair Saliva” sebagai persyaratan menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) di Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Allah SWT karena atas rahmat dan pertolongan-Nya dan Nabi Muhammad SAW sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini;
2. drg. Rahardyan Parnaadji, M. Kes., Sp.Pros, selaku Dekan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember;
3. Dr. drg. Purwanto, M. Kes. selaku Dosen Pembimbing Akademik dan Dosen Pembimbing Utama yang telah meluangkan waktu untuk membimbing, memberikan saran dan motivasi selama kuliah dan menyelesaikan skripsi ini;
4. Dr. drg. I Dewa Ayu Susilawati, M. Kes. selaku Dosen Pembimbing Pendamping yang telah meluangkan waktu untuk membimbing, memberikan saran dan motivasi sehingga skripsi ini dapat terselesaikan;
5. drg. Dwi Kartika Apriyono, Sp. OF. selaku Dosen Penguji Utama dan drg. Swasthi Prasetyarini, M. Kes. selaku Dosen Penguji anggota yang telah membimbing dan memberikan kritik serta saran sehingga skripsi ini dapat terselesaikan;
6. Seluruh dosen Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember yang telah mendidik saya selama kuliah ini dan bersedia berbagi ilmu yang dimiliki kepada saya;
7. Seluruh staf Akademik dan Kemahasiswaan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember yang telah membantu kelancaran penulisan skripsi ini;
8. Kedua orang tua saya Ibunda Siti Masitah, Ayahanda Nursusanto Alam Bakti, dan Kakakku Reyhan Algifari yang selalu memberikan doa dan dukungan
9. Bu Indri (teknisi bagian Biomedik Laboratorium Mikrobiologi, Fakultas

Kedokteran Gigi Universitas Jember), Bu Azizah (teknisi *Bioscience* Rumah Sakit Gigi dan Mulut Universitas Jember) yang telah turut membantu dalam penelitian saya

10. Teman-teman Ayaaaaam: Emak Sipa (Syifa), Sabon (Safira), Squishy (Jevina), dan Alda yang sudah berkenan membantu saya selama menjalani masa kuliah dan skripsi ini;
11. Teman-teman kos Danau Toba Empire (Okta, Yenny, Ocik, Adil, Mbak Dhesya) yang sudah menemani dan memberikan semangat saya selama menjalani masa kuliah;
12. Teman-teman TUTORIAL BAIK (Faridah, Saras, Apin, Mbak Fitri, Sipa, Yenny, Nanad, Raquel) yang sudah berkenan membantu saya selama menjalani masa kuliah dan skripsi ini;
13. Emak Sipa/Tetew/Syifa yang sudah berkenan untuk melakukan penelitian bersama;
14. Qonita yang selalu membantu dan memberikan semangat kepada saya;
15. Seluruh teman-teman DEXTRA angkatan 2016, terima kasih kekompakannya serta semangat yang diberikan selama ini;
16. Semua teman yang sudah menemani, memberikan semangat, dan mengingatkan saya tentang hal yang baik selama menjalani kuliah;
17. Semua pihak yang ikut terlibat secara langsung maupun tidak langsung dalam pembuatan skripsi ini yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu, terima kasih banyak.

Jember, 22 Desember 2020

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
MOTO	iv
PERNYATAAN.....	v
PENGESAHAN.....	vii
RINGKASAN	viii
PRAKATA	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Akuaponik	5
2.1.1 Definisi Akuaponik.....	5
2.1.2 Komponen Sistem Akuaponik	5
2.1.3 Sistem Akuaponik <i>Media Bed</i>	14
2.1.4 Fitoremediasi Akuaponik.....	15
2.2 Limbah	17
2.2.1 Definisi Limbah	17
2.2.2 Jenis-Jenis Limbah.....	17
2.2.3 Pengolahan Limbah	18
2.2.4 Baku Mutu Air Limbah.....	18
2.3 Saliva	21

2.3.1 Definisi Saliva.....	21
2.3.2 <i>Streptococcus mutans</i> dalam Saliva	21
2.4 Kerangka Konsep Penelitian	24
2.5 Hipotesis Penelitian.....	25
BAB 3. METODE PENELITIAN	26
3.1 Jenis dan Rancangan Penelitian	26
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian	26
3.2.1 Waktu Penelitian	26
3.2.2 Tempat Penelitian	26
3.3 Variabel Penelitian.....	26
3.3.1 Variabel Bebas	26
3.3.2 Variabel Terikat	26
3.3.3 Variabel Terkendali.....	27
3.4 Definisi Operasional.....	27
3.4.1 Durasi Kerja Akuaponik	27
3.4.2 pH.....	29
3.4.3 <i>Biochemical Oxygen Demand</i> (BOD ₅)	28
3.4.4 <i>Chemical Oxygen Demand</i> (COD)	28
3.4.5 <i>Total Suspended Solid</i> (TSS)	28
3.4.6 Koloni <i>S.mutans</i>	28
3.4.7 Akuaponik.....	29
3.4.8 Limbah Saliva	29
3.5 Populasi dan Sampel.....	29
3.5.1 Sampel Penelitian	29
3.5.2 Besar Sampel	30
3.5.3 Pengelompokkan Sampel.....	30
3.6 Alat dan Bahan Penelitian	31
3.6.1 Alat Penelitian.....	31
3.6.2 Bahan Penelitian	32
3.7 Prosedur Penelitian.....	33
3.7.1 Uji Kelayakan Etik (<i>Ethical Clearance</i>).....	33

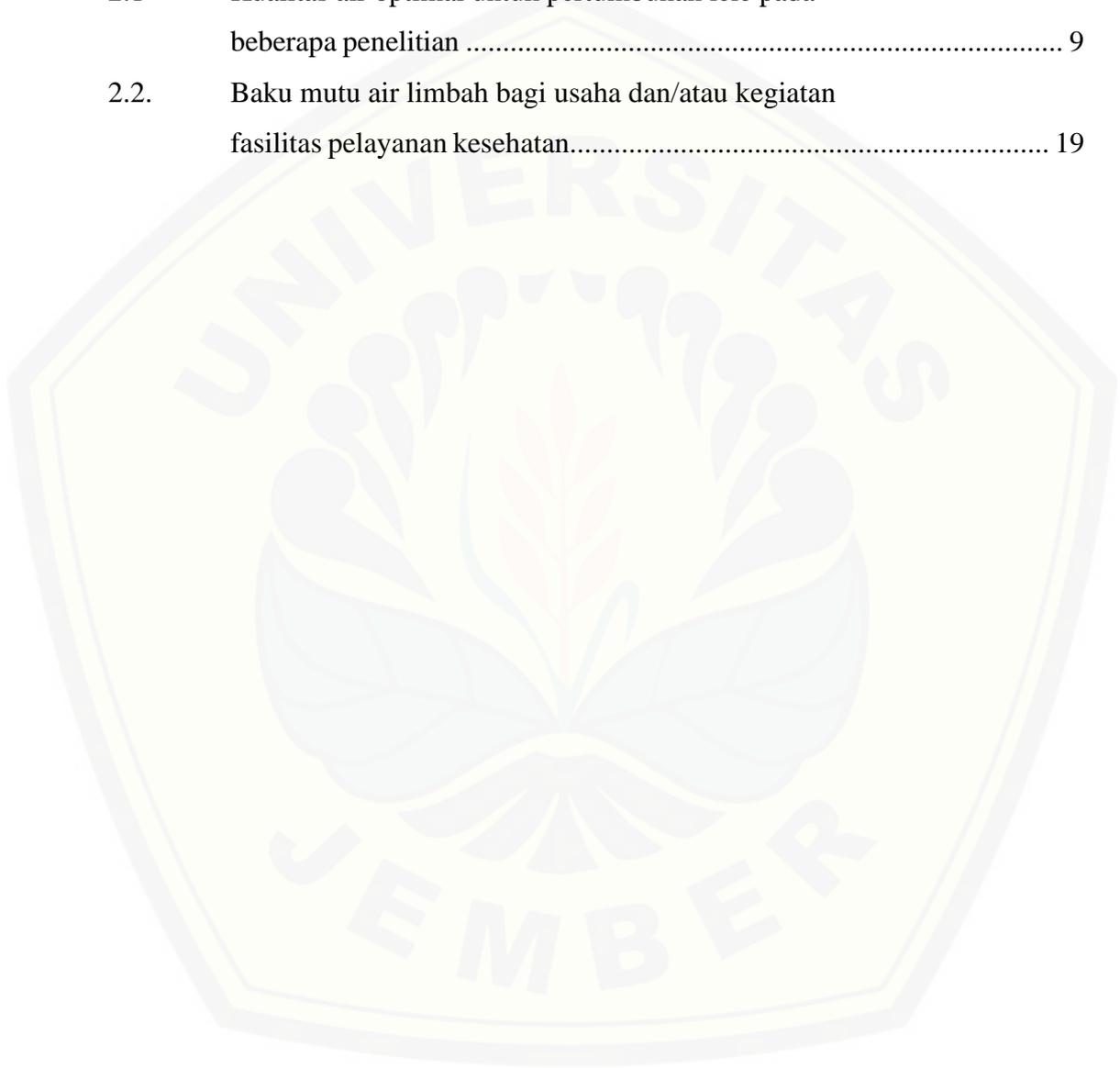
3.7.2	Penyusunan Sistem Akuaponik	33
3.7.3	Persiapan Kangkung	35
3.7.4	Pengumpulan Saliva.....	35
3.7.5	Pemberian Perlakuan.....	35
3.7.6	Pengujian dan Analisis pH.....	35
3.7.7	Pengujian dan Analisis BOD ₅	36
3.7.8	Pengujian dan Analisis COD	37
3.7.9	Pengujian dan Analisis TSS.....	38
3.7.10	Pengujian dan Analisis Jumlah Koloni <i>S.mutans</i>	39
3.8	Analisis Data.....	40
3.9	Alur Penelitian	40
BAB 4.	HASIL DAN PEMBAHASAN	42
4.1	Hasil Penelitian.....	42
4.1.1	pH.....	42
4.1.2	BOD ₅	43
4.1.3	COD	44
4.1.4	TSS.....	45
4.1.5	Koloni <i>S.mutans</i>	46
4.2	Pembahasan.....	48
4.2.1	pH.....	48
4.2.2	BOD ₅	49
4.2.3	COD	51
4.2.4	TSS.....	53
4.2.5	Koloni <i>S.mutans</i>	54
4.2.6	Kelebihan Akuaponik	59
BAB 5.	KESIMPULAN DAN SARAN	61
5.1	Kesimpulan.....	61
5.2	Saran	61
DAFTAR PUSTAKA		62
LAMPIRAN.....		70

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1	Komponen akuaponik 5
2.2	Ikan lele albino 7
2.3	<i>Net pot</i> 9
2.4	<i>Rockwool</i> 10
2.5	Batu koral 11
2.6	Kangkung darat (<i>I. reptans.</i>)..... 13
2.7	Akuaponik <i>media bed</i> 14
3.1	Susunan akuaponik dalam penelitian 34
4.1	Diagram nilai pH 42
4.2	Diagram nilai BOD ₅ 43
4.3	Diagram nilai COD 44
4.4	Diagram nilai TSS 45
4.5	Jumlah koloni <i>S.mutans</i> dalam air sebelum diberi perlakuan saliva 46
4.6	Diagram jumlah koloni <i>S.mutans</i> 46
4.7	Jumlah Koloni <i>S.mutans</i> yang diolah dengan akuaponik 47
4.8	Struktur pembuluh xilem 56
4.9	Penampang xilem 57
4.10	Gambaran mikroskopis dari sampel potongan panjang setelah filtrasi59

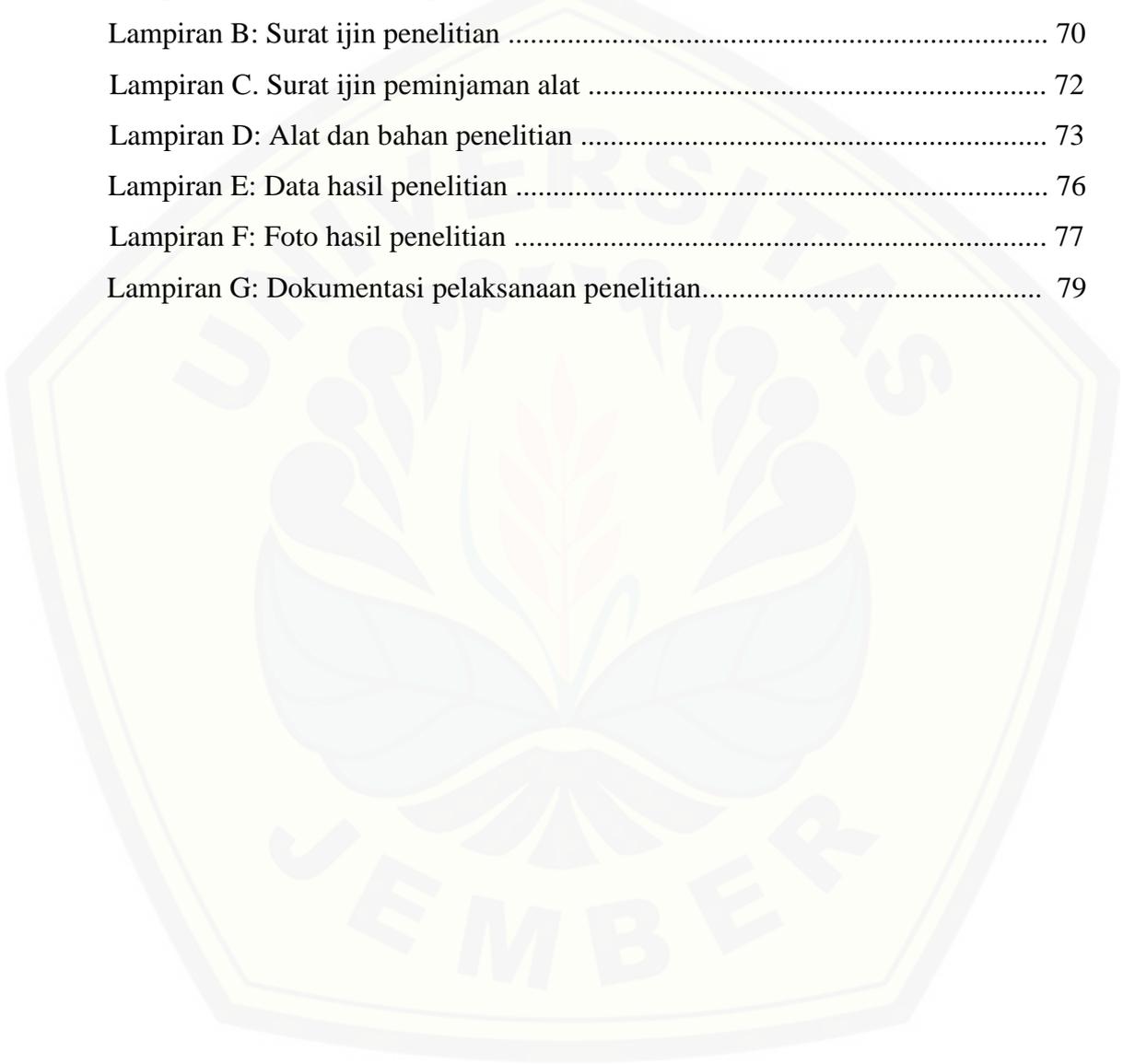
DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1	
Kualitas air optimal untuk pertumbuhan lele pada beberapa penelitian	9
2.2.	
Baku mutu air limbah bagi usaha dan/atau kegiatan fasilitas pelayanan kesehatan.....	19



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A: Surat keterangan <i>ethical clearance</i>	69
Lampiran B: Surat ijin penelitian	70
Lampiran C. Surat ijin peminjaman alat	72
Lampiran D: Alat dan bahan penelitian	73
Lampiran E: Data hasil penelitian	76
Lampiran F: Foto hasil penelitian	77
Lampiran G: Dokumentasi pelaksanaan penelitian.....	79



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Aktivitas pelayanan kesehatan di klinik gigi memproduksi hasil sampingan berupa limbah yang perlu dilakukan pengolahan sebelum dibuang ke lingkungan (Putri dkk, 2018; PMK RI No. 7 Tahun 2019). Limbah yang dihasilkan oleh klinik gigi dapat berupa limbah non medis dan limbah medis. Limbah non-medis adalah limbah sisa kegiatan non-medis rumah sakit yang berkategori non-B3 (bahan berbahaya dan beracun) seperti limbah koran, majalah, makanan serta pembungkusnya. Sedangkan limbah medis adalah limbah B3 seperti limbah bekas cetakan, limbah alginat, limbah kumur pasien, serta limbah darah dan saliva (Putri dkk, 2018; Kemen LH, 2014).

Salah satu jenis limbah cair klinik gigi adalah saliva. Saliva adalah cairan kompleks yang diproduksi oleh kelenjar saliva dan mempunyai peranan yang sangat penting dalam mempertahankan keseimbangan ekosistem di dalam rongga mulut. Komponen utama saliva adalah air hingga 99,5%, senyawa anorganik sekitar 0,2 hingga 0,9% dan senyawa organik sekitar 0,4 hingga 0,6% (Pytko-Polonczyk dkk, 2017). Di dalam saliva juga terdapat berbagai macam mikroorganisme. Kelompok *Streptococcus mutans* (*S.mutans*) dan *Streptococcus sobrinus* (*S. Sobrinus*) adalah spesies dominan yang diisolasi dari saliva dan plak gigi. *S.mutans* adalah bakteri kokus Gram-positif, non-motil, tidak membentuk spora, katalase negatif, fakultatif anaerobik yang biasa ditemukan di rongga mulut manusia (El-Sherbiny, 2014). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Al-Qorom (2014), sebesar 78% klinik gigi selalu menghasilkan limbah cair medis berupa saliva.

Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah, air limbah perlu dilakukan pengolahan sebelum dibuang ke lingkungan hingga memenuhi baku mutu air limbah sebagaimana tercantum dalam peraturan menteri ini. Adapun parameter yang harus memenuhi baku mutu air limbah diantaranya adalah suhu, zat padat terlarut, zat padat tersuspensi, pH, *biochemical oxygen demand* (BOD₅), *chemical oxygen demand* (COD), dan *total suspended solid* (TSS), minyak dan lemak, amonia

nitrogen, dan total coliform (PMK RI No. 7 Tahun 2019; Permen LH No. 5 Tahun 2014).

Penelitian ini menggunakan beberapa parameter, diantaranya adalah pH, BOD₅, COD, dan TSS. Nilai pH menggambarkan seberapa asam atau basa suatu perairan (Riza dkk., 2015). Organisme perairan dapat hidup ideal dalam kisaran pH asam lemah sampai dengan basa lemah. Kondisi perairan yang bersifat asam kuat ataupun basa kuat akan membahayakan kelangsungan hidup biota karena akan mengganggu proses metabolisme dan respirasi (Puspitasari dan Natsir, 2016). BOD₅ adalah jumlah oksigen terlarut yang diperlukan untuk mengurai atau mendekomposisi bahan organik mudah urai (*biodegradable organics*) oleh mikroorganisme dalam kondisi aerobik (Santoso, 2018). COD adalah jumlah oksigen yang diperlukan untuk mengurai seluruh bahan organik secara kimia dengan menggunakan oksidator kuat kalium bikromat (K₂Cr₂O₇) (Atima, 2015). Nilai BOD₅ dan COD yang tinggi pada limbah menunjukkan tingkat pencemaran yang kuat (Wirosoedarmo dkk., 2018). TSS adalah bahan-bahan tersuspensi yang tertahan pada saringan dengan diameter pori 0,45 µm. Nilai TSS yang tinggi akan meningkatkan nilai kekeruhan yang akan menghambat penetrasi cahaya matahari ke kolam air sehingga menghambat proses fotosintesis (Riza dkk., 2015). Bila kualitas limbah telah memenuhi baku mutu air limbah, maka limbah dapat dengan aman dibuang ke lingkungan dan dapat dimanfaatkan oleh warga (Purwatiningrum, 2018).

Pelaksanaan pengolahan limbah sayangnya sering mengalami masalah seperti terbatasnya dana yang ada untuk membangun fasilitas pengolahan limbah serta biaya operasinya, khususnya untuk fasilitas pelayanan kesehatan dengan kapasitas kecil hingga menengah (Arifin dkk., 2016). Untuk fasilitas pelayanan kesehatan dengan kapasitas besar umumnya telah membangun unit pengolahan air limbahnya sendiri karena memiliki dana yang cukup. Tetapi, untuk fasilitas pelayanan kesehatan dengan kapasitas kecil hingga menengah umumnya sampai saat ini masih membuang air limbahnya ke saluran umum tanpa pengolahan sama sekali karena belum mampu untuk membangun unit pengolahan air limbahnya sendiri (Pokja AMPL Kab. Barru, 2012). Maka untuk mengatasi permasalahan tersebut, perlu

dikembangkan teknologi pengolahan air limbah yang murah, mudah operasinya serta harganya terjangkau. Menurut Maharani dan Sari (2016), teknologi akuaponik dapat menjadi pilihan dalam mengatasi masalah pengolahan limbah cair.

Akuaponik merupakan gabungan antara teknologi hidroponik (budidaya tumbuhan tanpa media tanah) dan akuakultur (budidaya perairan) dalam suatu wadah yang terintegrasi (Kushayadi dkk., 2018). Wadah tersebut adalah akuarium yang terbuat dari *fiberglass* yang memiliki daya tahan kuat dan dapat digunakan dalam jangka panjang (Somerville dkk., 2014). Wadah digunakan untuk menampung ikan sekaligus air yang nantinya akan dialirkan pada tumbuhan (Handayani, 2018). Ikan yang paling umum dipelihara di dalam akuaponik antara lain ikan lele, ikan patin, dan ikan gurami (Sairi dan Budiana, 2015). Ikan yang digunakan dalam penelitian ini adalah ikan lele albino. Ikan lele dapat bertahan hidup di perairan yang airnya mengandung sedikit oksigen, karena lele mempunyai alat pernapasan tambahan yang disebut *arborescent organ*. Lele juga relatif tahan terhadap pencemaran bahan-bahan organik. Oleh karena itu, lele tahan hidup di lingkungan yang airnya kotor dan tergenang (Kordi, 2010). Sedangkan tumbuhan yang dapat dibudidayakan secara akuaponik antara lain kangkung, selada, sawi, dan bayam (Sairi dan Budiana, 2015). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Damanik dkk. (2018), kangkung merupakan tumbuhan yang paling efektif dalam memperbaiki kualitas air pada sistem akuaponik budidaya ikan lele. Hal ini dapat dilihat dari nilai kisaran oksigen terlarut pada media tanam kangkung yang lebih baik dibandingkan dengan tumbuhan lainnya. Kangkung juga memberikan hasil reduksi nitrogen anorganik tertinggi untuk amonia bebas (NH_3) dan nitrat (NO_3).

Akuaponik bekerja dengan cara mengalirkan air kolam ikan yang sebenarnya merupakan limbah, secara terus-menerus sebagai nutrisi bagi tumbuhan untuk metabolisme tumbuhan tersebut (Maharani dan Sari, 2016), sehingga saat kembali ke kolam, air menjadi “bersih” dan mempunyai kondisi yang lebih layak untuk budidaya ikan (Nugroho dkk., 2012). Dengan memanfaatkan prinsip kerja tersebut, maka akuaponik diharapkan mampu menyerap limbah saliva, yang ditandai dengan adanya penurunan jumlah koloni *S.mutans*. Selain itu, akuaponik juga diharapkan

mampu mengolah limbah saliva hingga memenuhi baku mutu air limbah yang terdiri dari pH, BOD₅, COD, dan TSS (PMLH RI No. 5 Tahun 2014).

1.2 Rumusan Masalah

Sistem akuaponik diduga dapat dimanfaatkan untuk pengolahan limbah klinik gigi, namun sampai saat ini belum banyak penelitian yang mengkaji potensi tersebut. Memperhatikan bahwa limbah utama klinik gigi berupa limbah cair saliva, maka, dirumuskan permasalahan sebagai berikut: “Apakah sistem akuaponik dapat digunakan sebagai alternatif pengolahan limbah cair saliva?”

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan mengkaji potensi sistem akuaponik sebagai alternatif pengolahan limbah cair saliva.

1.4 Manfaat Penelitian

Aplikasi sistem akuaponik pada pengolahan limbah cair saliva, dapat digunakan sebagai landasan pengembangan riset lebih lanjut untuk diaplikasikan dalam pengolahan limbah klinik gigi.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

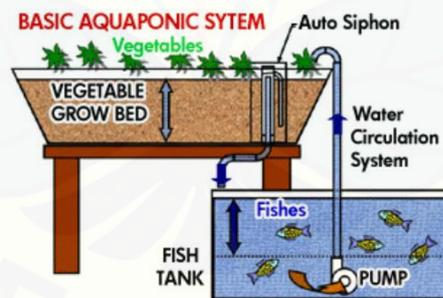
2.1 Akuaponik

2.1.1 Definisi Akuaponik

Akuaponik merupakan gabungan antara teknologi hidroponik (budidaya tumbuhan tanpa media tanah) dan akuakultur (budidaya perairan) dalam suatu wadah yang terintegrasi (Kushayadi dkk., 2018). Sistem akuaponik mempunyai prinsip memanfaatkan secara terus menerus air dari pemeliharaan ikan ke tumbuhan dan sebaliknya dari tumbuhan ke kolam ikan. Sisa pakan dan kotoran ikan yang berpotensi memperburuk kualitas air, akan dimanfaatkan sebagai pupuk bagi tumbuhan air. Pemanfaatan tersebut melalui sistem resirkulasi air kolam yang disalurkan ke media tumbuhan, yang secara mutualistik juga menyaring air tersebut sehingga saat kembali ke kolam, air menjadi “bersih” dari anasir ammonia dan mempunyai kondisi yang lebih layak untuk budidaya ikan (Nugroho dkk., 2012).

2.1.2 Komponen Sistem Akuaponik

Menurut Budiman (2018), komponen-komponen utama (paling sederhana) dari akuaponik terdiri atas (lihat Gambar 2.1):



Gambar 2.1 Komponen akuaponik (Budiman, 2018)

a. Wadah Pemeliharaan ikan

Wadah pemeliharaan ikan atau kolam ikan digunakan untuk menampung ikan sekaligus air yang nantinya akan dialirkan pada tumbuhan (Handayani, 2018). Baik plastik inert atau *fiberglass* yang kuat dianjurkan untuk digunakan sebagai wadah pemeliharaan ikan karena memiliki daya tahan dan dapat digunakan dalam jangka panjang. Logam tidak dapat digunakan karena dapat

berkarat. Jika menggunakan wadah plastik, wadah tersebut tahan harus terhadap UV karena sinar matahari langsung dapat menghancurkan plastik (Somerville dkk., 2014).

b. Air

Sumber air yang ideal untuk tangki ikan adalah air hujan, karena air hujan memiliki pH sekitar 7, yang netral, dan dalam keadaan normal bebas dari penyakit patogen. Jika tidak ada sumber air hujan, pilihan kedua adalah air leding. Jika air tersebut diklorinasi, harus dibiarkan di dalam tangki (atau wadah lainnya) selama 48 jam sampai klorin hilang sebelum ditambahkan ke sistem, karena ikan sangat sensitif terhadap klorin. Pilihan terakhir adalah air sungai atau kolam, namun terdapat kemungkinan masuknya penyakit ke dalam sistem. Air sungai atau kolam tersebut harus diberi klorin kemudian dibiarkan di dalam tangki agar klorin menghilang (INMED, 2017).

c. Ikan

Ikan adalah sumber utama sistem akuaponik. Ikan memberikan nutrisi untuk tumbuhan (INMED, 2017). Ikan yang digunakan dalam penelitian ini adalah ikan lele albino.

1) Ikan Lele Albino

a) Klasifikasi Ikan Lele Albino

Nama ilmiah lele adalah "*Clarias*" yang berasal dari bahasa Yunani "*Chlaros*" yang berarti kuat dan lincah. Berikut adalah klasifikasi lele (Alviani, 2017):

Kingdom	: Animalia
Sub kingdom	: Metazoa
Phyllum	: Chordata
Sub pyllum	: Vertebrata
Kelas	: Pisces
Sub-kelas	: Teleostei
Ordo	: Ostariophysii
Sub ordo	: Siluroidae
Famili	: Clariidae

Genus : Clarias

Spesies : *Clarias batrachus*

b) Morfologi Ikan Lele Albino

Ikan lele albino merupakan lele jenis apa saja yang memiliki gen resesif dari parental, tercermin dari warnanya yang putih akibat gen yang tidak dapat membentuk pigmen melanin. Biasanya ikan lele albino ini dipertahankan dan diperbanyak oleh beberapa pembudidaya karena tergolong ikan lele hias serta memiliki nilai ekonomis yang lebih tinggi dibandingkan ikan lele konsumsi pada umumnya. Kulitnya berwarna merah keputihan dan ada bercak hitam (lihat Gambar 2.2). Memiliki sirip mengeras pektoral yang tumpul dan tidak berbisa (Apriliani, 2015).



Gambar 2.2 Ikan lele albino

Ikan-ikan genus Clarias dicirikan dengan tubuhnya yang tidak memiliki sisik, berbentuk memanjang serta licin. Ikan Lele mempunyai sirip punggung (dorsal fin) serta sirip anus (anal fin) berukuran panjang, yang hampir menyatu dengan ekor atau sirip ekor. Ikan lele memiliki kepala dengan bagian seperti tulang mengeras di bagian atasnya. Mata ikan lele berukuran kecil dengan mulut di ujung moncong berukuran cukup lebar. Dari daerah sekitar mulut menyembul empat pasang barbel (sunggut peraba) yang berfungsi sebagai sensor untuk mengenali lingkungan dan mangsa. Lele

memiliki alat pernapasan tambahan yang dinamakan *arborescent*. *Arborescent* ini merupakan organ pernapasan yang berasal dari busur insang yang telah termodifikasi. Pada kedua sirip dada lele terdapat sepasang duri (patil), berupa tulang berbentuk duri yang tajam. Pada beberapa spesies ikan lele, duri-duri patil ini mengandung racun ringan (Apriliani, 2015).

c) Habitat Ikan Lele Albino

Lingkungan hidup atau habitat lele adalah air tawar. Meskipun habitat terbaik untuk memelihara ikan lele adalah air sungai, air dari saluran irigasi, air tanah dari mata air, maupun air sumur, akan tetapi ikan lele juga relatif tahan terhadap kondisi lingkungan yang menurut ukuran kehidupan ikan lain kurang baik. Sebagai contoh, ikan lele dapat hidup dengan baik pada penampungan air limbah rumah tangga maupun pada sawah dengan air yang hanya memiliki kedalaman 5-10 cm. Lele juga dikenal sebagai ikan yang tahan terhadap tingkat kepadatan tinggi, maupun pada kolam yang memiliki kadar oksigen rendah. Hal ini disebabkan karena lele memiliki alat pernapasan tambahan berupa labirin yang memungkinkan lele mengambil oksigen secara langsung dari udara untuk pernapasannya. Lele dapat dipelihara di berbagai jenis kolam dengan kualitas air yang tidak terlalu baik. Air yang keruh masih dapat dimanfaatkan untuk memelihara ikan lele, selama tidak terkandung di dalamnya limbah detergen, sabun, sampo, atau bahan-bahan berbahaya lainnya seperti karbol atau kreolin, terlebih limbah pabrik yang mengandung bahan kimia berbahaya seperti limbah pabrik tekstil. Air pembuangan rumah tangga masih dapat digunakan untuk memelihara ikan lele selama hanya mengandung bahan-bahan organik seperti air cucian beras atau buangan sisa makanan dapur (Alviani, 2017). Berikut kisaran parameter kualitas air untuk hidup dan pertumbuhan optimum ikan lele menurut beberapa penelitian (Apriliani, 2015):

Tabel 2.1 Kualitas air optimal untuk pertumbuhan lele pada beberapa penelitian

Parameter	Nilai	Satuan	Sumber
Suhu	22–32	°C	BBPBAT (2005)
Oksigen Terlarut	> 0,3	mg/L	Rahman (1992)
	> 0,1	mg/L	BBPBAT (2005)
pH	6,5–8,5		Boyd (1990)
	6-9		Wedemeyer (2001)
Amonia (NH ₃)	0,05–0,02	mg/L	Wedemeyer (2001)
	< 0,1	mg/L	Rahman (2001)
Alkalinitas	50 – 500	mg/L CaCO ₃	Wedemeyer (2001)
	5 – 100	mg/L CaCO ₃	Boyd (1990)

Sumber: Apriliani, 2015

d. Wadah Tumbuhan

Wadah tumbuhan berfungsi sebagai tempat tumbuhan tumbuh (Budiman, 2018). Wadah tumbuhan yang biasa digunakan dalam sistem akuaponik adalah *net pot*, botol, atau gelas bekas air mineral yang sudah dilubangi. Wadah tumbuhan tersebut nantinya akan diletakkan pada pipa PVC yang sebelumnya sudah dirancang di atas kolam ikan dan dilubangi (Handayani, 2018).

Wadah tumbuhan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *net pot*. *Net pot* adalah pot yang terbuat dari plastik inert *food grade* dengan lubang di bagian bawahnya untuk memungkinkan akar mengambil lebih banyak nutrisi (lihat Gambar 2.3). *Net pot* menahan tumbuhan sekaligus memungkinkan air mengalir bebas ke akar (Stout, 2013; Morrow, 2015).



Gambar 2.3 *Net pot* (Stout, 2013)

e. Media Tanam

Media tanam akuaponik memberikan pengaruh sebagai filter air di dalam kolam terutama terhadap nitrat dan fosfat sisa perombakan pakan ikan. Ditambah dengan penggunaan tumbuhan maka akan membentuk sistem biofilter (Kushayadi dkk., 2018). Media yang optimal untuk pertumbuhan tumbuhan harus memiliki persyaratan-persyaratan sebagai tempat berpijak tumbuhan, mampu mengontrol kelebihan air serta memiliki sirkulasi ketersediaan udara yang baik, mampu menyuplai unsur hara yang dibutuhkan tumbuhan dan memiliki kemampuan mengikat air, dapat mempertahankan kelembaban di sekitar akar tumbuhan dan tidak mudah lapuk atau rapuh (Anjani dkk., 2017). Media tanam dalam penelitian ini adalah *rockwool* dan batu koral.

1) *Rockwool*

Rockwool terbuat dari kombinasi batuan kapur, batu bara, dan batuan basalt yang dipanaskan hingga mencapai suhu 1.600°C dan meleleh menjadi seperti lava. Dalam keadaan mencair batuan tersebut kemudian disentrifugal membentuk serat-serat. Setelah dingin, kumpulan serat ini dipotong dengan ukuran yang sesuai dengan kebutuhan (lihat Gambar 2.4). *Rockwool* menjadi media tanam paling banyak digunakan untuk menanam sayuran karena memiliki berbagai keunggulan seperti tidak mengandung senyawa kimia dan patogen penyebab penyakit pada tumbuhan (bersifat netral) serta mampu menyerap air hingga 14 kali kapasitas tampung tanah (Bachri, 2016).



Gambar 2.4 *Rockwool* (Bachri, 2016)

2) Batu Koral

Batu koral merupakan batuan alam yang mudah didapat terutama pada daerah yang mempunyai aliran sungai dari pegunungan (Humaidi dan Yanuar, 2014). Batu koral yaitu batu kali yang sudah dipecah menjadi bagian-bagian kecil, berukuran 2-3 cm (lihat Gambar 2.5). Kalau terlalu kecil sebaiknya tidak digunakan karena kurang menyediakan ruang udara, yang menyebabkan pertumbuhan perakaran tidak optimal. Koral split tidak rusak karena waktu dan air, sehingga tumbuhan dengan media ini dapat dimasukkan ke dalam rumah dengan aman (Sameto, 2004). Selain itu batu koral juga berfungsi untuk menyaring padatan besar seperti kayu, daun, akar, dan sebagainya (Subarnas dkk., 2007).



Gambar 2.5 Batu koral (Yuniar dan Dermawan, 2017)

f. Tumbuhan

Tumbuhan yang umumnya memerlukan air secara terus-menerus baik digunakan dalam sistem akuaponik. tumbuhan dengan akar yang tidak terlalu kuat merupakan salah satu syarat untuk dipelihara dalam sistem akuaponik dengan menggunakan sistem filter yang sederhana. Sementara tumbuhan dengan akar yang kuat dan mempunyai ukuran besar tidak dianjurkan untuk dipelihara karena dapat merusak bak filternya (Nugroho dan Sutrisno, 2008). Jenis tumbuhan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kangkung darat.

1) Kangkung Darat

Jenis kangkung yang biasa ditanam untuk hidroponik yaitu jenis kangkung darat (*Ipomoea reptans*) bukan kangkung air (*Ipomoea aquatica*) yang tumbuh merambat di media air (Rizkika, 2015). Kangkung

darat merupakan jenis kangkung yang tergolong lebih familiar di masyarakat karena mudah ditemukan mulai di pasar tradisional hingga restoran mewah (Putera, 2015).

a) Klasifikasi Kangkung

Kedudukan tumbuhan kangkung dalam sistematika tumbuhan diklasifikasikan kedalam (Rahmah dkk., 2015):

Kingdom	: Plantae
Subkingdom	: Tracheobionta
Divisio	: Spermatophyta
Subdivisio	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledonae
Famili	: Convolvulaceae
Genus	: Ipomoea
Species	: <i>Ipomoea reptans</i>

b) Morfologi tumbuhan Kangkung

Kangkung merupakan tumbuhan sayuran yang umurnya bisa lebih dari satu tahun. Pertumbuhannya menjalar atau membelit pada tumbuhan di sekitarnya. Kangkung merupakan jenis tumbuhan sayuran daun, termasuk ke dalam famili *Convolvulaceae* (Supriati dan Herliana, 2010).

Kangkung merupakan jenis tumbuhan sayuran yang berhabitus herba. Batang tumbuhan berbentuk bulat panjang, berbuku-buku, banyak mengandung air (*herbaceous*), dan berlubang-lubang. tumbuhan kangkung memiliki sistem perakaran tunggang dan cabang-cabang akarnya menyebar ke semua arah, dapat menembus tanah sampai kedalaman 60-100 cm, dan melebar secara mendatar pada radius 100-150 cm atau lebih. Tangkai daun melekat pada buku-buku batang dan di ketiak daunnya terdapat mata tunas yang dapat tumbuh menjadi percabangan baru. Bentuk daunnya panjang dengan ujung runcing, berwarna hijau keputih-putihan (lihat Gambar 2.6) (Wardianti, 2015). Bunga pada tumbuhan kangkung memiliki bentuk

terompet dan memiliki daun mahkota yang berwarna putih atau kemerahan. Jika menghasilkan buah, buah berbentuk bulat atau oval yang di dalamnya berisi tiga butir biji. Biji tumbuhan kangkung berwarna hitam jika sudah tua dan hijau ketika muda (Iskandar, 2016).



Gambar 2.6 Kangkung darat (*I. reptans.*) (Paeru dan Dewi, 2015)

c) Syarat Tumbuh

tumbuhan kangkung mudah tumbuh, terutama di kawasan berair. Syarat tumbuh sayuran ini memang tidak rewel. Daerah perairan tawar seperti sungai kecil, danau, aliran air, kolam, ataupun sawah dapat dijadikan lahan kangkung. Karena toleransinya yang tinggi terhadap daerah perairan, sebaiknya tidak menanam kangkung di perairan yang sudah tercemar. Kangkung yang ditanam di tempat tersebut akan menyerap zat-zat beracun yang terdapat di dalamnya. Kangkung dapat ditanam di dataran rendah dan dataran tinggi. Kangkung dapat tumbuh pada ketinggian sampai 1.000 m dpl. tumbuhan ini akan tumbuh bagus jika ditanam pada tanah yang gembur dan subur dengan pH 6,0 – 7,0 dengan kelembapan 80 – 90% (Supriati dan Herliana, 2010).

d) Xilem pada Kangkung

Xilem merupakan jaringan berpori yang mengalirkan cairan pada tumbuhan dari akar ke pucuknya (Pandit dan Kumar, 2019). Struktur xilem mencakup saluran kecil yang tersusun secara paralel,

sedemikian rupa sehingga dapat menahan kavitasi. Saluran xilem pada angiospermae disebut pembuluh, yang terdiri dari beberapa sel, tersusun dalam satu berkas, berdiameter hingga 0,5 mm dan panjang beberapa milimeter hingga beberapa meter (Ansari dkk., 2019). Pada dinding pembuluh terdapat struktur yang disebut *pits* (lihat Gambar 4.8). *Pits* adalah lubang sempit yang berfungsi untuk meneruskan air antara pembuluh satu dengan yang lainnya. Di tengah setiap *pits* adalah dinding sel terhidrolisis sebagian yang disebut sebagai *pit membrane*. *Pit membrane* berfungsi sebagai katup pengaman dalam sistem transpor air tumbuhan. *Pit membrane* memiliki pori-pori yang umumnya dalam kisaran diameter 5-20 nm. Struktur ini bertujuan agar air dapat mengalir bebas antar sel tanpa adanya penyebaran gas (emboli). Ukuran pori xilem ini kemungkinan ideal untuk filtrasi menghilangkan mikroorganisme patogen (Pfautsch, 2016; Pandit dan Kumar, 2019).

- g. Pompa (*pump*), untuk mengalirkan air dari tangki ikan ke tempat tumbuhan tumbuh (Budiman, 2018).
- h. Pipa-pipa saluran penghubung (*plumbing*), yang menghubungkan air dari tangki ikan ke tempat tumbuh (Budiman, 2018).

2.1.3 Sistem Akuaponik *Media Bed*

Sistem tanam dalam akuaponik tidak berbeda dengan sistem bertanam secara hidroponik, yaitu sistem tanam tanpa menggunakan tanah sebagai media tanam. Bedanya, sistem hidroponik menggunakan nutrisi buatan yang diracik secara kimia, sedangkan akuaponik nutrisi yang diserap tumbuhan berasal dari penguraian kotoran ikan (Iqbal dan Wisbarti, 2017).

Salah satu jenis akuaponik adalah *media bed*. Sistem *media bed* adalah sistem tanam berupa bak yang berisi media *inert*, seperti hidrotan, kerikil, pecahan genting, dan berbagai media lainnya. Ada dua cara pengoperasian dari sistem *media bed* (lihat Gambar 2.7). Cara pertama, pompa mengalirkan air dari kolam ikan terus-menerus ke dalam bak media tanam dan kembali ke kolam. Metode ini dikenal juga

dengan nama akuaponik *Dutch bucket*, yaitu memanfaatkan wadah atau pot berukuran besar untuk menanam jenis sayuran buah yang memiliki pertumbuhan cukup besar dan tinggi, seperti cabai, tomat, dan terong. Sistem ini disebut juga sistem air atas karena air nutrisi dialirkan dari atas wadah tumbuhan (Iqbal dan Wisbarti, 2017; Sungkar, 2015).



Gambar 2.7 Akuaponik *media bed* (Wu dkk., 2018)

Cara kedua adalah proses aliran pasang surut. Artinya, air dipompa ke bak media tanam dengan ketinggian air sekitar 20-30 cm dan sesaat kemudian akan terkuras habis karena adanya siphon yang bertugas untuk menyedot air (secara gravitasi) jika sudah mencapai ketinggian tertentu secara otomatis (Sungkar, 2015).

2.1.4 Fitoremediasi Akuaponik

Fitoremediasi atau *phytoremediation* berasal dari kata *phyto* atau *phyton* yang yang berarti tumbuhan (*plant*), dan *remediation* atau *remediare* (*to remedy*) yang berarti kegiatan untuk memperbaiki atau membersihkan sesuatu. Jadi fitoremediasi (*phytoremediation*) adalah suatu sistem pengolahan dengan memanfaatkan tumbuhan yang dapat melakukan kerja sama dengan mikroba untuk mengubah bahan pencemar atau polutan menjadi bersifat kurang berbahaya yang prosesnya dilakukan dalam media tanah, koral dan atau air (Retnaningdyah, 2019).

Fitoremediasi pada dasarnya mencakup proses fitoekstraksi, fitodegradasi, fitostabilisasi, fitovolatilisasi (Retnaningdyah, 2019).

a. Fitoekstraksi

Fitoekstraksi atau fitoakumulasi merupakan proses penghilangan kontaminan dari tanah, air tanah atau air permukaan oleh tumbuhan hidup.

Fitoakumulasi terjadi ketika kontaminan yang diambil oleh tumbuhan tidak terdegradasi dengan cepat atau seluruhnya, sehingga terjadi akumulasi pada bagian-bagian tumbuhan yang lain, misalnya batang, akar, dan daun (Suhartini dan Nurika, 2018; Waluyo, 2018). Setelah polutan terakumulasi, tumbuhan dapat dipanen namun tumbuhan tersebut tidak boleh dikonsumsi melainkan harus dimusnahkan dengan insinerator atau ditimbun dalam *landfill* (Juhriah dan Alam, 2016).

b. Fitodegradasi

Pada fitodegradasi, proses degradasi (penguraian) polutan dibantu oleh metabolisme enzim (Juhriah dan Alam, 2016). Enzim yang digunakan meliputi dehalogenase (degradasi senyawa terklorinasi), peroksidase (degradasi senyawa fenolik), nitroreductase (degradasi bahan peledak dan senyawa nitrat lainnya), nitrilase (degradasi senyawa aromatik sianat), dan fosfatase (degradasi pestisida organofosfat) (Suhartini dan Nurika, 2018).

c. Fitostabilisasi

Fitostabilisasi merupakan salah satu mekanisme fitoremediasi. Prosesnya dengan cara adanya produksi senyawa kimia yang berasal dari daerah perakaran tumbuhan (rizosfer) yang berfungsi untuk menstabilkan polutan. Tumbuhan mentransformasikan kontaminan menjadi senyawa non toksik tanpa menyerap terlebih dahulu pencemar tersebut ke dalam tumbuhan. Fitostabilisasi juga dinamakan proses inaktivasi setempat atau hiperakumulasi (Waluyo, 2018).

d. Fitovolatilisasi

Fitovolatilisasi merupakan mekanisme dimana tumbuhan mengubah kontaminan menjadi bentuk yang bersifat volatil (mudah menguap) kemudian dilepaskan ke udara dengan bantuan daun, sehingga menghilangkan kontaminan dari tanah atau air di tempat yang terkontaminasi (Suhartini dan Nurika, 2018; Waluyo, 2018).

2.2 Limbah

2.2.1 Definisi Limbah

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 101 Tahun 2014 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun, yang dimaksud dengan limbah adalah sisa suatu usaha dan/atau kegiatan. Menurut Awuchi (2017) limbah adalah bahan yang tidak diinginkan atau tidak dapat digunakan. Limbah adalah segala zat yang dibuang setelah penggunaan primer, atau tidak berharga, rusak, dan tidak digunakan.

2.2.2 Jenis-Jenis Limbah

Limbah pelayanan kesehatan dibagi tiga berdasarkan bentuknya, yaitu limbah padat, cair, dan gas. Limbah padat adalah semua limbah yang berbentuk padat sebagai akibat kegiatan pelayanan kesehatan yang terdiri dari limbah padat medis dan non-medis. Limbah medis padat adalah limbah padat yang terdiri dari limbah infeksius, limbah patologi, limbah benda tajam, limbah farmasi, limbah sitotoksis, limbah kimiawi, limbah radioaktif, limbah kontainer bertekanan, dan limbah dengan kandungan logam berat yang tinggi. Limbah padat non-medis adalah limbah padat yang dihasilkan dari kegiatan pelayanan kesehatan di luar medis yang berasal dari dapur, perkantoran, taman, dan halaman yang dapat dimanfaatkan kembali apabila ada teknologinya (KMK No. 1204 Tahun 2004).

Limbah cair adalah semua air buangan termasuk tinja yang berasal dari kegiatan pelayanan kesehatan yang kemungkinan mengandung mikroorganisme, bahan kimia beracun dan radioaktif yang berbahaya bagi kesehatan (KMK No. 1204 Tahun 2004). Limbah cair adalah limbah dalam wujud cair yang dibuang ke lingkungan dan diduga dapat menurunkan kualitas lingkungan (Disyamto dkk., 2014). Limbah yang dihasilkan diantaranya adalah limbah cuci tangan, limbah kumur pasien, limbah darah dan saliva (Putri dkk., 2018).

Limbah gas adalah semua limbah yang berbentuk gas yang berasal dari kegiatan pembakaran di rumah sakit seperti insinerator, dapur, perlengkapan generator, anastesi, dan pembuatan obat sitotoksik (KMK No. 1204 Tahun 2004).

2.2.3 Pengolahan Limbah

Pengolahan atau pemusnahan limbah padat medis disesuaikan dengan kemampuan rumah sakit dan jenis limbah medis padat yang ada, dengan pemanasan menggunakan otoklaf atau dengan pembakaran menggunakan insinerator. Limbah padat non-medis bila sudah dipilah dengan baik dan/atau dimanfaatkan dengan prinsip 3R (*reuse, reduce, recycle*), sisa yang tidak termanfaatkan bisa langsung dikirim ke TPA (tempat pembuangan akhir) yang umumnya dikelola oleh pemda atau Pemkot setempat dan konon berteknologi *sanitary landfill*. Limbah cair harus diolah di Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL), bila tidak mempunyai IPAL harus dikelola sesuai ketentuan yang berlaku melalui kerja sama dengan pihak lain atau pihak yang berwenang. Pengolahan limbah gas harus dilengkapi alat untuk mengurangi emisi gas dan debu, serta melakukan penghijauan dengan menanam pohon yang banyak memproduksi gas oksigen dan dapat menyerap debu (KMK No. 1204 Tahun 2004).

2.2.4 Baku Mutu Air Limbah

Limbah cair yang dihasilkan kegiatan pelayanan kesehatan memiliki beban cemaran yang dapat menyebabkan pencemaran terhadap lingkungan hidup dan menyebabkan gangguan kesehatan manusia. Untuk itu, air limbah perlu dilakukan pengolahan sebelum dibuang ke lingkungan, agar kualitasnya memenuhi baku mutu air limbah yang ditetapkan sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan (PMK RI No. 7 Tahun 2019).

Baku mutu air limbah adalah ukuran batas atau kadar unsur pencemar dan/atau jumlah unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya dalam air limbah yang akan dibuang atau dilepas ke dalam media air dari suatu usaha dan/atau kegiatan. Parameter baku mutu air limbah yang diperiksa dan dianalisis meliputi (PMLH RI No. 5 Tahun 2014).

Tabel 2.2 Baku mutu air limbah bagi usaha dan/atau kegiatan fasilitas pelayanan kesehatan

Parameter	Konsentrasi Paling Tinggi	
	Nilai	Satuan
pH	6-9	-
BOD ₅	50	mg/L
COD	80	mg/L
TSS	30	mg/L

a. pH

Derajat keasaman atau pH merupakan gambaran jumlah atau aktifitas ion hidrogen dalam air. Secara umum, nilai pH menggambarkan seberapa asam atau basa suatu perairan (Riza dkk., 2015). Nilai pH berfluktuasi karena adanya penambahan bahan-bahan organik yang dapat membebaskan CO₂ sehingga terjadi peningkatan dan penurunan bilangan pH akibat terbentuknya garam karbonat dari ikatan antara CO₂ dan molekul air (Puspitasari dan Natsir, 2016).

Organisme perairan dapat hidup ideal dalam kisaran pH asam lemah sampai dengan basa lemah. Kondisi perairan yang bersifat asam kuat ataupun basa kuat akan membahayakan kelangsungan hidup biota karena akan mengganggu proses metabolisme dan respirasi. Perairan dengan kondisi asam kuat akan menyebabkan logam berat seperti aluminium memiliki mobilitas yang meningkat dan karena logam ini bersifat toksik maka dapat mengancam kehidupan biota. Sementara itu, keseimbangan amonium dan amoniak akan terganggu apabila pH air terlalu basa. Kenaikan pH di atas netral akan meningkatkan konsentrasi amoniak yang juga toksik terhadap biota (Puspitasari dan Natsir, 2016).

b. *Biochemical Oxygen Demand* (BOD₅)

Biochemical Oxygen Demand (BOD₅) adalah jumlah oksigen terlarut yang diperlukan untuk mengurai atau mendekomposisi bahan organik mudah urai (*biodegradable organics*) oleh mikroorganisme dalam kondisi aerobik (Santoso, 2018). Air dengan nilai BOD₅ yang tinggi menunjukkan jumlah pencemar yang tinggi terutama pencemar yang disebabkan oleh bahan organik (Prabowo dan Amran, 2017). BOD₅ tinggi menunjukkan bahwa jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk mengoksidasi bahan

organik dalam air tersebut tinggi, sehingga terjadi penurunan oksigen terlarut dalam air. Bila penurunan oksigen terlarut tetap berlanjut hingga nol, biota air yang membutuhkan oksigen (aerobik) akan mati, dan digantikan dengan tumbuhnya mikroba yang tidak membutuhkan oksigen atau mikroba anaerobik. Sama halnya dengan mikroba aerobik, mikroba anaerobik juga akan memanfaatkan karbon dari bahan organik. Dari respirasi anaerobik ini terbentuk gas metana (CH_4) disamping terbentuk gas asam sulfida (H_2S) yang berbau busuk (Handayani dan Hernawati, 2018).

c. *Chemical Oxygen Demand (COD)*

Chemical Oxygen Demand (COD) adalah jumlah oksigen yang diperlukan untuk mengurai seluruh bahan organik secara kimia. Bahan organik yang ada sengaja diurai secara kimia dengan menggunakan oksidator kuat kalium bikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) pada kondisi asam dan panas dengan katalisator perak sulfat (Atima, 2015). Nilai COD yang tinggi pada limbah menunjukkan tingkat pencemaran yang kuat. Apabila kandungan bahan organik dalam limbah tinggi, maka semakin banyak pula oksigen yang dibutuhkan untuk mendegradasi bahan organik tersebut, sehingga nilai COD limbah juga akan tinggi (Wirosoedarmo dkk., 2018).

Uji COD dilakukan untuk melengkapi hasil uji BOD karena uji COD memiliki keuntungan antara lain membutuhkan waktu yang lebih sedikit dan lebih praktis. Dalam bahan buangan, tidak semua bahan kimia organik dapat diuraikan oleh mikroorganisme secara cepat. Uji COD meliputi semua bahan organik baik yang dapat diuraikan oleh mikroorganisme maupun yang tidak dapat diuraikan. Oleh karena itu hasil uji COD akan lebih tinggi dari hasil uji BOD (Handayani dan Hernawati, 2018). Dengan demikian, selisih nilai antara COD dan BOD_5 memberikan gambaran besarnya bahan organik yang sulit urai yang ada di perairan (Atima, 2015).

d. *Total Suspended Solid (TSS)*

Total suspended solid (TSS) adalah bahan-bahan tersuspensi (diameter $>1 \mu\text{m}$) yang tertahan pada saringan Millipore dengan diameter pori $0,45 \mu\text{m}$. TSS terdiri atas lumpur dan pasir halus serta jasad-jasad renik, yang terutama

disebabkan oleh kikisan tanah atau erosi tanah yang terbawa ke badan air. Padatan tersuspensi pada umumnya terdiri dari partikel-partikel organik dan non organik, ataupun campuran keduanya. Perairan dengan nilai TSS yang tinggi menunjukkan penurunan produktivitas suatu perairan karena padatan tersuspensi akan meningkatkan nilai kekeruhan yang akan menghambat penetrasi cahaya matahari ke kolam air sehingga menghambat proses fotosintesis (Riza dkk., 2015).

2.2 Saliva

2.3.1 Definisi Saliva

Saliva adalah cairan eksokrin yang terdiri dari sekitar 99% air, berbagai elektrolit (sodium, potasium, kalsium, kloride, magnesium, bikarbonat, fosfat), dan protein yang berperan sebagai enzim, immunoglobulin, antimikroba, glikoprotein, albumin, polipeptida, dan oligopeptida yang berperan penting dalam menjaga kesehatan rongga mulut. Di dalam saliva juga terdapat glukosa dan produk nitrogen, seperti urea dan amonia. Komponen-komponen tersebut saling berinteraksi dan bertanggung jawab terhadap fungsi saliva (Almeida dkk., 2008).

2.3.2 *Streptococcus mutans* dalam Saliva

Menurut El-Sherbiny (2014) kelompok *Streptococcus mutans* (*S.mutans*) adalah spesies yang dominan diisolasi dari saliva dan plak gigi. *S.mutans* merupakan bakteri Gram positif, non-motil, dan bersifat anaerob. Bakteri ini termasuk dalam kelompok *Streptococcus* hemolitik alfa, atau disebut juga *Streptococcus viridans*, karena dapat menimbulkan hemolisis sel darah merah yang berakibat pemudaran warna hijau kecoklatan disekitar koloni (Rollando, 2019). Bakteri ini merupakan bakteri kariogenik yang merupakan penyebab utama terjadinya karies gigi. Rongga mulut adalah habitat utama yang mampu menimbulkan kolonisasi bakteri pada permukaan gigi. *S.mutans* mampu memetabolisme karbohidrat sampai menjadi asam sehingga pH saliva dan pH plak mengalami penurunan hingga dibawah titik kritis yang pada akhirnya dapat menyebabkan larutnya enamel. Selain itu, *S.mutans* juga mampu mensintesis

glukan dari sukrosa dan glukosa yang terbentuk merupakan massa lengket, pekat dan tidak mudah larut serta berperan dalam perlekatan pada permukaan gigi (Bidarisugma dkk., 2014).

a. Klasifikasi *S.mutans*

Klasifikasi *S.mutans* menurut Bidarisugma dkk. (2014) adalah sebagai berikut:

Kingdom : Monera

Divisi : Firmicutes

Kelas : Bacilli

Ordo : Lactobacilales

Famili : Streptococcaceae

Genus : *Streptococcus*

Species : *Streptococcus mutans*

b. Morfologi *S.mutans*

Secara mikroskopis, *S.mutans* merupakan gram positif, tidak bergerak aktif, tidak membentuk spora, dan mempunyai susunan rantai dua atau lebih. Berbentuk kokus (bulat) dengan diameter 0,5-0,7 μ m. Kadang bentuknya mengalami pemanjangan menjadi batang pendek, tersusun berpasangan atau membentuk rantai pendek (Bidarisugma dkk., 2014).

Menurut Bidarisugma dkk. (2014) gambaran koloni bakteri *S.mutans* yaitu ukuran koloni dengan diameter 1-5 mm, permukaan koloni berbutir kasar, licin, menyerupai bunga kasar dengan pusat menyerupai kapas. Konsistensi koloni keras dan sangat lekat, warna koloni seperti salju yang membeku, agak buram mengkilat (*opaque*), kuning buram dengan lingkaran putih, sedangkan tepi koloni tidak teratur.

S.mutans merupakan bakteri anaerobik fakultatif, nonhemofilik asidogenik, dan dapat memproduksi polisakarida ekstraseluler dan intraseluler. Seperti pada kokus gram positif lainnya, *S.mutans* terdiri dari dinding sel dan membran protoplasma. Matriks dinding sel terdiri atas peptidoglikan rantai silang yang mempunyai komposisi gula amino N-asetil, asam N-asetilnuramik dan beberapa peptida. Sedangkan struktur antigenik dinding sel *S.mutans*

terdiri dari antigen protein, polisakarida spesifik dan asam lipotekoat (Bidarisugma dkk., 2014).

c. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan *S.mutans*

1) pH

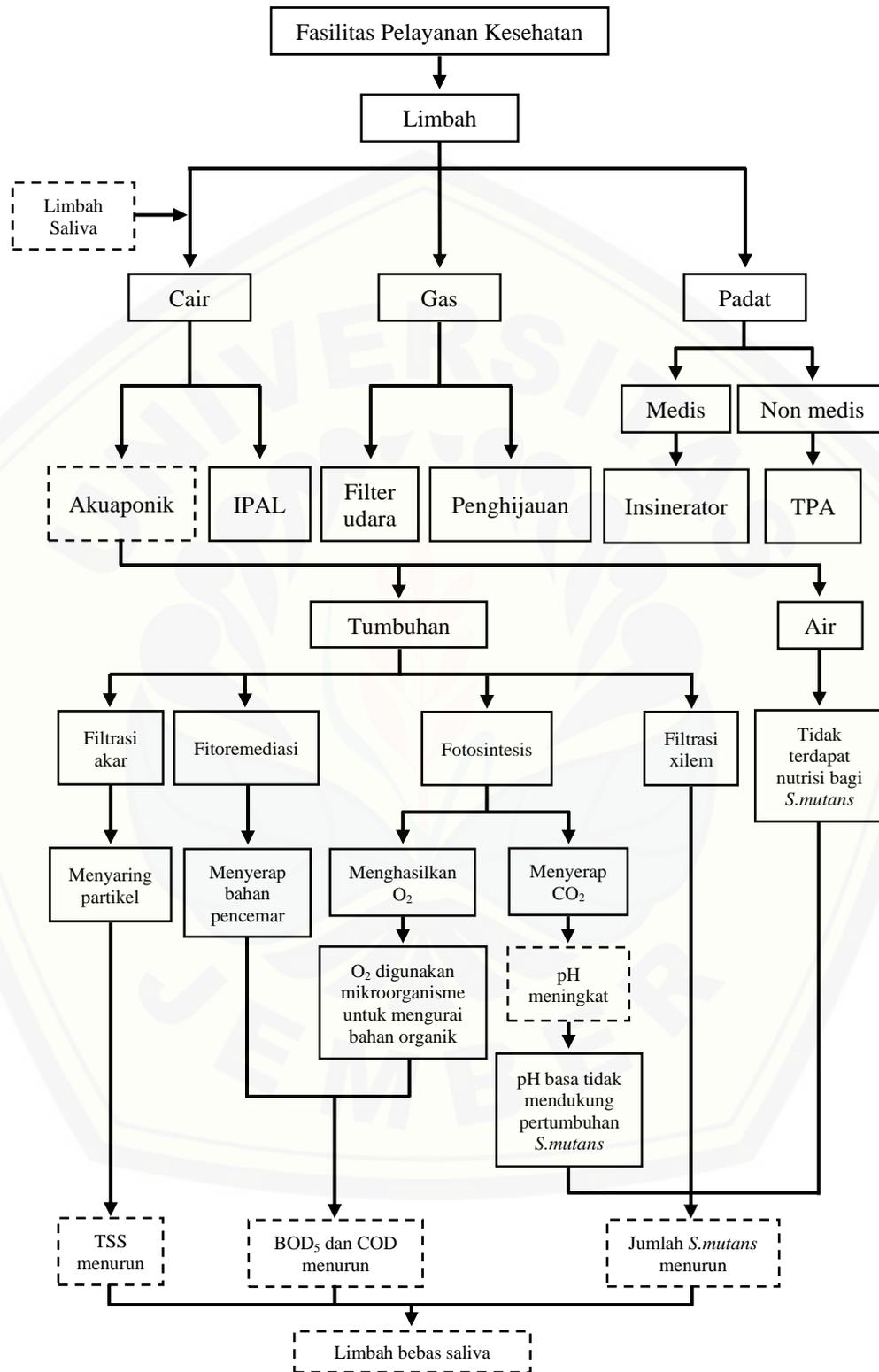
pH yang paling baik untuk pertumbuhan suatu organisme disebut pH pertumbuhan optimum (Turner, 2020). Enzim aktif hanya pada kisaran pH tertentu, dan aktivitas maksimumnya berapa pada pH optimum. Produktivitas bakteri akan meningkat dalam kisaran pH optimum. Namun, nilai pH yang lebih tinggi dari pH optimumnya dapat menurunkan aktivitas bakteri (Karimi, 2015). Bakteri *S.mutans* akan tumbuh optimal pada pH saliva 4,5-5,5 (Kusumaningrum dan Handajani, 2011).

2) Nutrisi

Mikroba sama dengan makhluk hidup lainnya, memerlukan suplai nutrisi sebagai sumber energi dan pertumbuhan selnya. Unsur-unsur dasar tersebut adalah: karbon, nitrogen, hidrogen, oksigen, sulfur, fosfor, zat besi dan sejumlah kecil logam lainnya. Ketiadaan atau kekurangan sumber-sumber nutrisi ini dapat mempengaruhi pertumbuhan mikroba hingga pada akhirnya dapat menyebabkan kematian (Fifendy, 2017).

S.mutans dalam pertumbuhannya sangat membutuhkan karbohidrat sebagai media pertumbuhannya. Makanan yang mengandung sukrosa, fruktosa, laktosa ataupun polisakarida yang lain kita konsumsi sebagai makanan sehari-hari atau biasa disebut sebagai *dietary sugars* termasuk jenis karbohidrat dengan dasar 6 rantai karbon. Jenis karbohidrat ini diketahui sebagai substrat yang baik dalam pertumbuhan bakteri rongga mulut (Susilowati dkk., 2014).

2.4 Kerangka Konsep Penelitian



- - - - = Objek penelitian

2.5 Hipotesis Penelitian

Sistem akuaponik dapat digunakan sebagai alternatif pengolahan limbah cair saliva.



BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Jenis dan Rancangan Penelitian

Jenis penelitian ini adalah eksperimental laboratoris dengan rancangan penelitian *time series*. Dalam rancangan penelitian ini satu kelompok (tunggal) yang dilibatkan dalam penelitian diukur secara periodik dalam interval waktu tertentu (Setyosari, 2016).

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

3.2.1 Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan September 2020 s/d selesai.

3.2.2 Tempat Penelitian

- a. Laboratorium Fisiologi Bagian Biomedik Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember untuk perlakuan terhadap akuarium dengan menggunakan saliva.
- b. Laboratorium *Bioscience* Rumah Sakit Gigi dan Mulut Universitas Jember untuk penghitungan koloni *S.mutans*.
- c. Laboratorium Teknik Pengendalian dan Konservasi Lingkungan Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember untuk analisis parameter pH, BOD₅, COD, dan TSS.

3.3 Variabel Penelitian

3.3.1 Variabel Bebas

Variabel bebas pada penelitian ini adalah durasi kerja sistem akuaponik yang dibagi menjadi 0 jam, 24 jam, 48 jam, dan 72 jam.

3.3.2 Variabel Terikat

Variabel terikat pada penelitian ini adalah pH, BOD₅, COD, TSS, dan koloni *S.mutans*.

3.3.3 Variabel Terkendali

Variabel terkontrol pada penelitian ini adalah sistem akuaponik yang terdiri beberapa komponen, diantaranya:

a. Jumlah Limbah Saliva

Dalam 1 sistem akuaponik, jumlah limbah saliva asli yang digunakan adalah sebanyak 1 mL.

b. Jenis Akuaponik

Akuaponik yang digunakan dalam penelitian ini adalah akuaponik dengan sistem *media bed*.

c. Volume Air Kolam

Dalam 1 sistem akuaponik, volume air kolam yang digunakan adalah sebanyak 10 L air tawar.

d. Ikan Lele Albino

Dalam 1 sistem akuaponik, ikan lele albino yang digunakan berjumlah 5 ekor dengan berat ± 2 g dan panjang ± 7 cm.

e. Kangkung

Dalam 1 sistem akuaponik, kangkung yang digunakan memiliki tinggi ± 13 cm, dengan jumlah batang dan daun tiap-tiap rumpun relatif sama.

f. *Rockwool*

Rockwool yang digunakan berukuran 2,5 cm x 2,5 cm x 2,5 cm untuk masing-masing *net pot*.

g. Batu Karang

Dalam 1 sistem akuaponik, batu karang yang digunakan adalah seberat 250 gram.

3.4 Definisi Operasional

3.4.1 Durasi Kerja Akuaponik

Durasi kerja akuaponik adalah lamanya waktu akuaponik dalam mengolah limbah saliva, yaitu dari akuaponik mulai bekerja hingga pada saat sampel diambil.

3.4.2 pH

Nilai pH menggambarkan seberapa besar tingkat keasaman atau kebasaan suatu perairan. Perairan dengan nilai pH = 7 adalah netral, kondisi perairan dengan pH < 7 bersifat asam, sedangkan perairan dengan pH > 7 bersifat basa (Amri dkk., 2018). pH diukur menggunakan pH meter (SNI 06-6989.11-2004). pH yang memenuhi baku mutu air limbah adalah sekitar 6-9 (PMLH RI No. 5 Tahun 2014).

3.4.3 *Biochemical Oxygen Demand (BOD₅)*

Biochemical oxygen demand (BOD₅) adalah jumlah miligram per liter (mg/L) oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme aerobik untuk menguraikan (mengoksidasikan) bahan organik mudah urai dalam air. Pengukuran BOD₅ dilakukan di laboratorium dengan metode titrasi Winkler selama 5 hari pada suhu 20 °C ± 1°C (SNI 6989.72-2009; Santoso, 2018). BOD₅ yang memenuhi baku mutu air limbah adalah ≤ 50 mg/L (PMLH RI No. 5 Tahun 2014).

3.4.4 *Chemical Oxygen Demand (COD)*

Chemical oxygen demand (COD) adalah jumlah miligram per liter (mg/L) oksigen yang dibutuhkan oleh oksidator K₂Cr₂O₇ untuk menguraikan (mengoksidasikan) bahan organik, baik yang mudah urai maupun yang kompleks dan sulit urai, dalam air. Pengukuran COD dilakukan di laboratorium dengan metode titrimetri refluks tertutup (SNI 6989.73-2009; Atima, 2015). COD yang memenuhi baku mutu air limbah adalah ≤ 80 mg/L (PMLH RI No. 5 Tahun 2014).

3.4.5 *Total Suspended Solid (TSS)*

Total suspended solid (TSS) adalah jumlah mg/liter zat-zat tersuspensi yang tertahan pada saringan berukuran 0,45 µm setelah dilakukan penyaringan (Riza dkk., 2015). Pengukuran TSS dilakukan di laboratorium dengan metode Gravimetri (SNI 06-6989.3-2004). COD yang memenuhi baku mutu air limbah adalah ≤ 30 mg/L (PMLH RI No. 5 Tahun 2014).

3.4.6 Koloni *S.mutans*

Koloni *S.mutans* berbentuk bulat dengan diameter 1-5 mm, permukaannya licin, warna koloni agak buram mengkilat (opaque), dan tepi koloni rata (Bidarisugma dkk., 2014). Koloni *S.mutans* yang ditanam pada media *trypticase soy agar* (TSA), dihitung secara manual menggunakan spidol penanda.

3.4.7 Akuaponik

Akuaponik merupakan gabungan antara teknologi hidroponik (budidaya tumbuhan tanpa media tanah) dan akuakultur (budidaya perairan) dalam suatu wadah yang terintegrasi (Kushayadi dkk., 2018). Akuaponik yang digunakan dalam penelitian ini berjumlah 4 buah dengan sistem *media bed*. Setiap akuaponik dalam penelitian ini tersusun atas akuarium yang terbuat dari kaca dengan ukuran 40 x 15 x 25 cm sebagai wadah pemeliharaan ikan, 10 L air, 5 ekor ikan lele albino sebagai komponen akuakultur, *rockwool* dan batu koral sebagai media tanam, dan kangkung darat sebagai tumbuhan yang dibudidayakan secara hidroponik.

3.4.8 Limbah Saliva

Limbah adalah zat yang dibuang setelah digunakan dan tidak dapat digunakan kembali (Awuchi, 2017). Limbah yang digunakan dalam penelitian ini berupa 1 mL saliva asli yang dimasukkan kedalam 10 L air yang berada di dalam masing-masing akuarium.

3.5 Populasi dan Sampel

3.5.1 Sampel Penelitian

Sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah 501 mL limbah saliva yang diambil dari sistem akuaponik. Sampel diambil dengan menggunakan metode *grab sampling* yaitu pengambilan sampel sesaat yang dilakukan pada satu lokasi tertentu. Sampel diambil pada akuaponik dengan durasi kerja 0 jam, 24 jam, 48 jam, dan 72 jam. Pengambilan dilakukan pada satu titik yaitu tepat ditengah akuarium dengan kedalaman setengah dari kedalaman bak berdasarkan metode pengambilan sampel lingkungan.

3.5.2 Besar Sampel

Besar sampel yang digunakan dalam penelitian ini dihitung berdasarkan rumus (Daniel dan Cross, 2013) sebagai berikut:

$$n = \frac{z^2 \sigma^2}{d^2}$$

Keterangan:

n = besar sampel minimum

σ = standar deviasi (SD) sampel

d = kesalahan yang masih dapat ditoleransi, diasumsikan $d = \sigma$

Z = konstanta pada tingkat kesalahan tertentu, jika $\alpha = 0,05$ maka nilai $Z = 1,96$

Maka hasil perhitungan besar sampel adalah sebagai berikut:

$$n = \frac{z^2 \sigma^2}{d^2}$$

$$n = \frac{z^2 \sigma^2}{\sigma^2}$$

$$n = \frac{z^2 \sigma^2}{\sigma^2}$$

$$n = 1,96^2$$

$$n = 3,84$$

$$n = 4$$

3.5.3 Pengelompokkan Sampel

Pada penelitian ini terdapat 4 kelompok perlakuan. Sampel dikelompokkan sebagai berikut:

- Kelompok A merupakan 501 mL sampel air yang diambil dari sistem akuaponik dengan durasi kerja 0 jam
- Kelompok B merupakan 501 mL sampel air yang diambil dari sistem akuaponik dengan durasi kerja 24 jam
- Kelompok C merupakan 501 mL sampel air yang diambil dari sistem akuaponik dengan durasi kerja 48 jam

- d. Kelompok D merupakan 501 mL sampel air yang diambil dari sistem akuaponik dengan durasi kerja 72 jam

3.6 Alat dan Bahan Penelitian

3.6.1 Alat Penelitian

- a. Alat untuk penyusunan sistem akuaponik:

- 1) 4 buah akuarium 40 x 15 x 25 cm
- 2) 4 buah pipa PVC 36 x 1,5 cm
- 3) 4 buah pipa PVC 20 x 1,5 cm
- 4) 4 buah pipa PVC 3,5 x 1,5 cm
- 5) 12 buah *elbow*
- 6) 4 buah penutup pipa
- 7) 4 buah pompa air
- 8) 16 buah *net pot*
- 9) 4 buah wadah tumbuhan

- b. Alat untuk pengujian dan analisis jumlah koloni *S.mutans*:

- 1) Timbangan
- 2) Tabung autoklaf
- 3) Cawan petri
- 4) *Cotton bud*
- 5) *Yellow tip*
- 6) *Micropipette*
- 7) *Hot plate magnetic stirrer*
- 8) Oven
- 9) Inkubator
- 10) Lampu spiritus
- 11) Syringe 3 mL
- 12) Spidol penanda

- c. Alat untuk pengujian dan analisis pH:

- 1) pH meter

d. Alat untuk pengujian dan analisis BOD₅:

- 1) Botol winkler 150 mL
- 2) Lemari inkubasi
- 3) Pipet ukur 1,0 mL dan 50 mL
- 4) Erlenmeyer 150 mL
- 5) Alat titrasi

e. Alat untuk pengujian dan analisis COD:

- 1) Tabung kultur borosilikat dengan ukuran 16 mm x 100 mm bertutup ulir.
- 2) Pemanas dengan lubang-lubang penyangga tabung (heating block)
- 3) Pipet ukur 5 mL, 10 mL, dan 25 mL
- 4) Erlenmeyer
- 5) Pengaduk magnetik

f. Alat untuk pengujian dan analisis TSS:

- 1) Desikator yang berisi silika gel
- 2) Oven, untuk pengoperasian pada suhu 103°C sampai dengan 105°C
- 3) Timbangan analitik dengan ketelitian 0,1 mg
- 4) Gelas ukur
- 5) Cawan aluminium
- 6) Pompa vakum

3.6.2 Bahan Penelitian

a. Bahan untuk penyusunan sistem akuaponik:

- 1) 40 L air tawar
- 2) 4 mL saliva asli
- 3) 16 Kangkung darat (*I. reptans.*)
- 4) *Rockwool*
- 5) Batu koral
- 6) 20 ekor ikan lele albino dengan berat ± 2 g dan panjang ± 7 cm.

b. Bahan untuk pengujian dan analisis jumlah koloni *S.mutans*:

- 1) *Trypticase Soy Agar* 8 g
- 2) 200 mL akuades

c. Bahan untuk pengujian dan analisis BOD₅:

- 1) Larutan buffer fosfat
- 2) Larutan MgSO₄
- 3) Larutan CaCl₂
- 4) Larutan FeCl₃
- 5) Larutan MnSO₄
- 6) Larutan alkali yodida azida
- 7) Larutan sodium thiosulfat 0,025 N

d. Bahan untuk pengujian dan analisis COD:

- 1) *Digestion solution*
- 2) Larutan pereaksi asam sulfat
- 3) Larutan indikator ferroin
- 4) Larutan baku Ferro Ammonium Sulfat (FAS) 0,05 M

e. Bahan untuk pengujian dan analisis TSS:

- 1) Kertas saring dengan ukuran pori 0,45 µm
- 2) Air suling

3.7 Prosedur Penelitian

3.7.1 Uji Kelayakan Etik (*Ethical Clearance*)

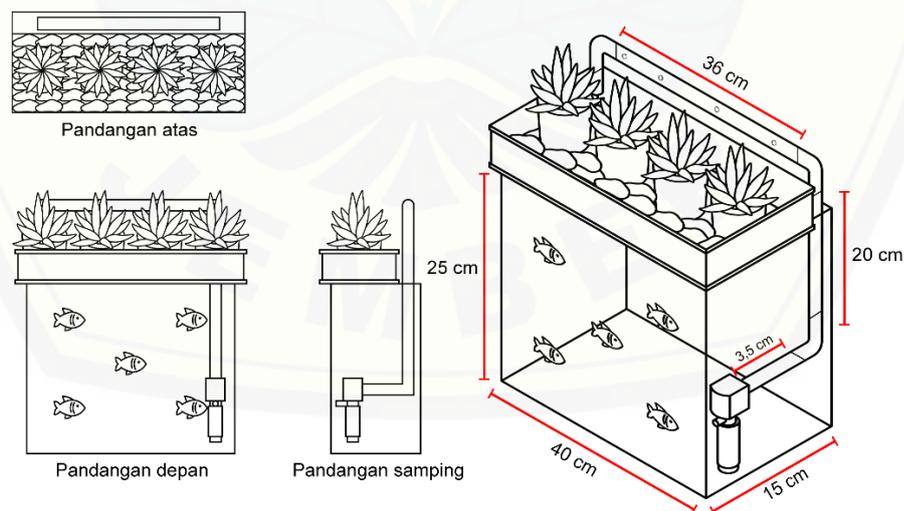
Hewan coba ikan lele albino akan dilakukan permohonan uji kelayakan etik (*ethical clearance*) pada Komite Etik Penelitian Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember.

3.7.2 Penyusunan Sistem Akuaponik

a. Pembuatan Instalasi Air

- 1) Siapkan 3 buah pipa PVC. Pipa pertama sepanjang 36 cm dengan diameter 1,5 cm. Pipa kedua sepanjang 20 cm dengan diameter 1,5 cm. Pipa ketiga sepanjang 3,5 cm dengan diameter 1,5 cm.
- 2) Hubungkan pipa yang satu dengan lainnya menggunakan *elbow* dan tutup ujung pipa pertama agar air tidak mengalir keluar.

- 3) Lubangi pipa pertama sebagai jalan air dengan ukuran lubang 0,5 cm sebanyak 4 buah, masing-masing dibuat diatas *net pot* sebagai jalan air.
 - 4) Pasang pipa yang telah disusun pada pinggiran akuarium.
 - 5) Letakkan pompa air pada bagian bawah akuarium, lalu hubungkan dengan ujung pipa ketiga.
- b. Persiapan Wadah tumbuhan
- 1) Sebelum dimasukkan ke dalam *net pot*, *rockwool* dan batu koral harus bersih dari berbagai macam kotoran seperti pasir, tanah, dan puing-puing lain seperti pecahan kaca, paku, dll. *Rockwool* dan batu koral dibilas dibilas berkali-kali dengan air bersih untuk memastikan tidak ada kotoran atau pasir yang tersisa.
 - 2) Menyiapkan dan memilih kangkung darat (*I. reptans.*) yang memiliki ketinggian, jumlah daun, dan bunga tiap-tiap rumpun relatif sama. Kangkung darat (*I. reptans.*) yang telah dipilih, dicuci dan dibersihkan setelah itu ditanam di dalam *net pot*.
 - 3) Tempatkan wadah tumbuhan di atas akuarium yang telah berisi 10 L air dan 5 ekor ikan lele albino.



Gambar 3.1 Susunan akuaponik dalam penelitian

3.7.3 Penanaman Kangkung

Kangkung diperoleh dari Taman Botani Sukorambi Jember. Setelah itu, kangkung dicuci bersih dan dipindahkan ke dalam *net pot* yang berisi *rockwool*. Kemudian, kangkung diletakkan pada sistem akuaponik yang telah tersusun.

3.7.4 Pengumpulan Saliva

Pengumpulan saliva dilakukan pukul 09.00-11.00 WIB. Metode yang digunakan adalah metode *spitting* yaitu saliva dikumpulkan dalam mulut dengan posisi bibir tertutup, lalu dikeluarkan ke dalam gelas ukur setiap 1 menit. Pada awalnya, subjek penelitian diminta untuk berhenti makan, minum, menyikat gigi, olahraga 1 jam sebelum dilakukan pengumpulan saliva. Pada saat dimulai pengambilan saliva subjek diinstruksikan untuk duduk dengan nyaman dan menjaga mata agar tetap terbuka selama proses pengumpulan saliva (Savita dkk., 2017). Subjek penelitian diminta untuk berkumur dengan *deionized water* sebelum pengumpulan untuk mencegah adanya buih di saliva (Kasuma, 2015). Subjek diminta untuk menelan saliva yang terdapat di dalam rongga mulut untuk memulai pengukuran. Setelah itu, kepala menunduk dan sedikit mungkin melakukan gerakan. Subjek tidak diperbolehkan untuk menelan saliva selama proses pengukuran. Subjek diminta untuk mengumpulkan saliva di dalam rongga mulut dengan bibir tertutup selama satu menit dengan mata yang terbuka kemudian meludahkannya ke dalam gelas penampung dilakukan berulang hingga saliva yang terkumpul mencapai > 4 mL (Savira dkk., 2017).

3.7.5 Pemberian Perlakuan

Pemberian 1 ml saliva asli menggunakan syringe ke dalam akuarium yang berisi 10 L air tawar. Kemudian air dalam akuarium diaduk menggunakan pengaduk agar cairan dalam akuarium menjadi homogen.

3.7.6 Pengujian dan Analisis pH

Metode yang digunakan dalam pengujian dan analisa sampel pH mengikuti prosedur Standar Nasional Indonesia (SNI) No. 06-6989.11-2004 tentang cara uji

derajat keasaman (pH) dengan menggunakan alat pH meter. pH meter dikalibrasi dengan larutan penyangga sesuai instruksi kerja alat setiap kali akan melakukan pengukuran, kemudian dikeringkan dengan kertas tisu. Selanjutnya elektroda dibilas dengan air suling dan setelah itu dibilas dengan sampel. Setelah itu, elektroda dicelupkan ke dalam 50 mL sampel sampai pH meter menunjukkan pembacaan yang tetap.

3.7.7 Pengujian dan Analisis BOD₅

Metode yang digunakan dalam pengujian dan analisa sampel BOD₅ mengikuti prosedur Standar Nasional Indonesia (SNI) 6989.72-2009 tentang cara uji kebutuhan oksigen biokimia (*Biochemical Oxygen Demand/BOD*). Siapkan 2 buah botol winkler 150 mL, tandai masing-masing botol dengan notasi A₁ dan A₂. Masukkan larutan sampel ke dalam masing-masing botol winkler A₁ dan A₂ sampai meluap, kemudian tutup masing masing botol secara hati-hati untuk menghindari terbentuknya gelembung udara. Lakukan pengocokan beberapa kali, kemudian simpan botol A₂ dalam lemari inkubator 20°C ± 1°C selama 5 hari.

Lakukan pengukuran oksigen terlarut terhadap larutan dalam botol A₁ dengan metoda titrasi secara iodometri (modifikasi azida) sesuai dengan SNI 06-6989.14-2004. Tambahkan 1 mL MnSO₄ dan 1 mL alkali iodida azida dengan ujung pipet tepat di atas permukaan larutan. Tutup segera dan homogenkan hingga terbentuk gumpalan sempurna. Biarkan gumpalan mengendap 5-10 menit. Kemudian, tambahkan 1 mL H₂SO₄ pekat, tutup dan homogenkan hingga endapan larut sempurna. Selanjutnya, pipet 50 mL dan masukkan ke dalam erlenmeyer 150 mL. Titrasi dengan Na₂S₂O₃ dengan indikator amilum/kanji sampai warna biru tepat hilang. Hasil pengukuran, merupakan nilai oksigen terlarut nol hari (A₁).

Lakukan prosedur yang sama untuk pengukuran oksigen terlarut terhadap larutan dalam botol A₂ yang telah diinkubasi 5 hari ± 6 jam. Hasil pengukuran yang diperoleh merupakan nilai oksigen terlarut 5 hari (A₂). Lakukan prosedur yang sama untuk penetapan blanko dengan menggunakan larutan pengencer tanpa sampel. Larutan pengencer dibuat dengan cara menambahkan ke dalam setiap 1 L air bebas mineral jenuh oksigen, masing-masing 1 mL larutan nutrisi yang terdiri

dari larutan bufer fosfat, $MgSO_4$, $CaCl_2$ dan $FeCl_3$, dan bibit mikroba. Hasil pengukuran yang diperoleh merupakan nilai oksigen terlarut nol hari (B_1) dan nilai oksigen terlarut 5 hari (B_2).

Perhitungan oksigen terlarut:

$$\text{Oksigen terlarut (mg /L)} = \frac{V \times N \times 8000 \times F}{50}$$

Keterangan:

V = mL $Na_2S_2O_3$

N = normalitas $Na_2S_2O_3$

F = faktor (volume botol dibagi volume botol dikurangi volume pereaksi $MnSO_4$ dan alkali iodida azida)

Perhitungan BOD_5 :

$$BOD_5 = \frac{(A_1 - A_2) - \left(\frac{(B_1 - B_2)}{V_B}\right) V_C}{P}$$

Keterangan:

A_1 = kadar oksigen terlarut sampel sebelum inkubasi (0 hari) (mg/L)

A_2 = kadar oksigen terlarut sampel setelah inkubasi 5 hari (mg/L)

B_1 = kadar oksigen terlarut blanko sebelum inkubasi (0 hari) (mg/L)

B_2 = kadar oksigen terlarut blanko setelah inkubasi 5 hari (mg/L)

V_B = volume suspensi mikroba (mL) dalam botol DO blanko

V_C = volume suspensi mikroba dalam botol sampel (mL)

P = perbandingan volume sampel (V_1) per volume total (V_2)

3.7.8 Pengujian dan Analisis COD

Metode yang digunakan dalam pengujian dan analisa sampel COD mengikuti prosedur Standar Nasional Indonesia (SNI) 6989.73-2009 tentang cara uji Kebutuhan Oksigen Kimiawi (*Chemical Oxygen Demand/COD*) dengan refluks tertutup secara titrimetri. Pipet 2,5 mL sampel kemudian tambahkan 1,5 mL

digestion solution dan 3,5 mL larutan pereaksi asam sulfat ke dalam tabung kultur. Tutup tabung dan kocok perlahan sampai homogen. Letakkan tabung pada pemanas yang telah dipanaskan pada suhu 150 °C, lakukan refluks selama 2 jam. Dinginkan perlahan-lahan sampel yang sudah direfluks sampai mencapai suhu ruang. Saat pendinginan sesekali tutup sampel dibuka untuk mencegah adanya tekanan gas. Lalu pindahkan secara kuantitatif sampel dari tabung kultur ke dalam *Erlenmeyer* untuk titrasi. Kemudian tambahkan indikator ferroin 0,05 mL - 0,1 mL atau 1 - 2 tetes dan aduk dengan pengaduk magnetik sambil dititrasi dengan larutan baku FAS 0,05 M sampai terjadi perubahan warna yang jelas dari hijau-biru menjadi coklat-kemerahan, catat volume larutan FAS yang digunakan. Lakukan kembali prosedur diatas dengan menggunakan air bebas organik sebagai blanko. Kemudian catat volume larutan FAS yang digunakan.

Perhitungan:

$$\text{COD (mg O}_2\text{/L)} = \frac{(A-B) \times M \times 8000}{\text{volume sampel (mL)}}$$

Keterangan:

A = volume larutan FAS yang dibutuhkan untuk blanko (mL)

B = volume larutan FAS yang dibutuhkan untuk sampel (mL)

M = molaritas larutan FAS

8000 = berat miliequivalent oksigen x 1000 mL/L

3.7.9 Pengujian dan Analisis TSS

Metode yang digunakan dalam pengujian dan analisa sampel TSS mengikuti prosedur Standar Nasional Indonesia (SNI) No. 06-6989.3-2004 tentang cara uji padatan tersuspensi total (*Total Suspended Solid/TSS*) secara gravimetri. Siapkan kertas saring dengan ukuran pori 0,45 µm yang telah ditimbang (B). Kemudian, lakukan penyaringan dengan peralatan vakum dengan cara membasahi kertas saring dengan sedikit air suling. Lalu, ambil 50 mL sampel dengan gelas ukur, aduk kemudian saring dengan menggunakan kertas saring. Selanjutnya, cuci kertas

saring dengan 3 x 10 mL air suling, biarkan kering sempurna, dan lanjutkan penyaringan dengan vakum selama 3 menit agar diperoleh penyaringan sempurna. Pindahkan kertas saring secara hati-hati dari peralatan penyaring dan pindahkan ke wadah timbang aluminium sebagai penyangga. Keringkan kertas saring dan residu dalam oven 103-105 °C selama 1 jam, dinginkan dalam desikator, dan timbang (A).

Perhitungan:

$$\text{TSS (mg/L)} = \frac{(A-B) \times 1000}{\text{volume sampel (mL)}}$$

Keterangan:

A = Berat kertas saring + residu kering (mg)

B = Berat kertas saring (mg)

3.7.10 Pengujian dan Analisis Jumlah Koloni *S.mutans*

a. Sterilisasi Alat

Alat-alat yang disterilisasi adalah *petridish*, tabung autoklaf, *yellow tip*, tabung eppendorf, cotton bud. *Yellow tip*, tabung eppendorf, cotton bud masing-masing dimasukkan ke dalam tabung autoklaf dengan bagian mulut tabung autoklaf tertutup erat aluminium foil. Kemudian alat-alat tersebut disterilisasikan dalam autoklaf pada suhu 121 °C dengan tekanan sekitar 2 atm selama 2 jam.

b. Pembuatan Media Selektif

Timbang media trypticase soy agar (TSA) sebanyak 8 g, kemudian tambahkan akuades sebanyak 200 ml. Campurkan media TSA dengan akuades ke dalam tabung autoklaf. Letakkan larutan TSA di atas *hot plate magnetic stirrer* yang berfungsi untuk mengaduk larutan agar merata (homogen) dan panaskan sampai mendidih, lalu larutan media dimasukkan di autoklaf selama 15 menit dengan suhu 121°C agar steril. Setelah steril, biarkan media dalam keadaan hangat ($\pm 45^\circ\text{C}$), lalu tuangkan ke dalam cawan petri yang sudah steril. Tunggu sampai mengeras kemudian lanjutkan dengan menginkubasi di inkubator selama 24 jam.

c. Pengambilan Sampel dan Kultur Mikroorganisme

Kultur mikroorganisme dilakukan pada media selektif TSA. Ambil sampel air akuarium sebanyak 1 mL dengan syringe kemudian masukkan ke dalam tabung eppendorf. Lalu dengan menggunakan *yellow tip* dan *micropipette* teteskan sampel di atas permukaan agar yang telah memadat. Suspensi cairan disebarakan dengan metode *spread plate* menggunakan *cotton bud* pada permukaan agar supaya tetesan suspensi merata. Semua cawan petri yang telah disebarakan biakan mikroorganisme diinkubasi dalam inkubator pada suhu 37 °C selama 24 jam.

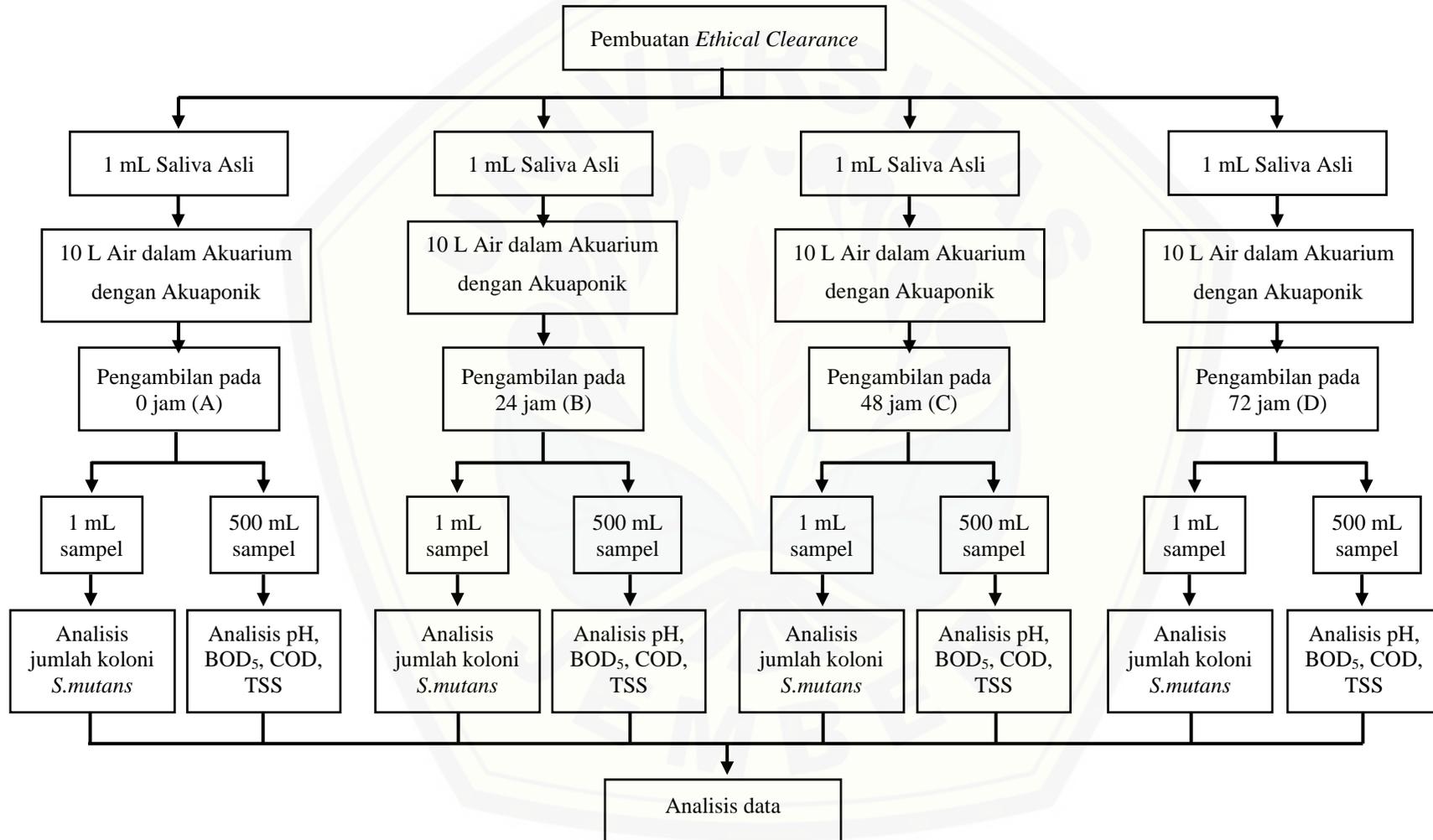
d. Penghitungan Jumlah Koloni

Penghitungan koloni dilakukan secara manual. Setiap koloni mikroorganisme yang telah dihitung diberi tanda dengan menggunakan spidol warna agar tidak terjadi penghitungan ulang koloni yang telah dihitung.

3.8 Analisis Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data kuantitatif tentang hasil uji laboratorium kandungan pH, BOD₅, COD, TSS, dan jumlah koloni *S.mutans* dalam limbah saliva. Data tersebut akan dianalisis secara deskriptif yaitu dengan mendeskripsikan data secara visual sehingga memberikan kemudahan dalam memberikan informasi. Dalam analisis ini digunakan bentuk grafik untuk menyajikan data. Setelah itu dilakukan penjelasan mengenai penggambaran grafik berdasarkan data yang telah didapatkan yaitu nilai pH, BOD₅, COD, TSS, dan jumlah koloni *S.mutans* yang telah diolah dengan program excel.

3.9 Alur Penelitian



BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem akuaponik dapat digunakan sebagai alternatif pengolahan limbah cair saliva yang ditunjukkan dengan hasil penelitian berupa terpenuhinya parameter baku mutu air limbah, begitupula dengan jumlah koloni *S.mutans* yang mengalami penurunan seiring bertambah lamanya durasi kerja akuaponik.

5.2 Saran

- a. Melakukan penelitian lebih lanjut untuk menganalisis parameter baku mutu air limbah selain pH, BOD₅, COD, dan TSS.
- b. Melakukan penelitian lebih lanjut untuk menganalisis bakteri selain *S.mutans* yang umum ditemukan dalam saliva.
- c. Melakukan penelitian lebih lanjut untuk menganalisis limbah bahan kedokteran gigi yang umum ditemukan dalam saliva.
- d. Melakukan penelitian lebih lanjut untuk mengkaji durasi kerja akuaponik yang efektif dalam mengolah limbah cair saliva.
- e. Melakukan penelitian lebih lanjut untuk mengkaji susunan instalasi sistem akuaponik yang efektif dalam mengolah limbah cair saliva.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, H. dan R. Adiningsih. 2019. Efektivitas metode fitoremediasi menggunakan tanaman eceng gondok dan kangkung air dalam menurunkan kadar BOD dan TSS pada limbah cair industri tahu. *Jurnal Farmasetis*. 8(2): 31-38.
- Al-Qorom, S. M. 2014. Composition, Production Rate and Management of Dental Solid Waste In Two Palestinian Governorates. *Tesis*. Palestine: Birzeit University.
- Alviani, P. 2017. *Cara Sukses Budidaya Ikan Lele*. Yogyakarta: Biogenesis.
- Amri, K., Muchlizar, dan A. Ma'mun. 2018. Variasi Bulanan Salinitas, pH, dan Oksigen Terlarut di Perairan Estuari Bengkalis. *Majalah Ilmiah Globè*. 20(2): 57-66.
- Anjani, P. T., R. Kusdarwati, dan Sudarno. 2017. Pengaruh Teknologi Akuaponik dengan Media Tanam Selada (*Lactuca sativa*) yang berbeda terhadap pertumbuhan belut (*Monopterus albus*). *Journal of Aquaculture and Fish Health*. 6(2): 67-73.
- Ansari, M. A., S. Mustafa, T. Husain, dan R. Ali. 2019. Water filtration using plant xylem in Northern India. *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.* 691 012037.
- Apriliani, I. 2015. *Teknologi Pengolahan Hasil Perikanan*. Program Studi Pendidikan Teknologi Agroindustri Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan Universitas Pendidikan Indonesia.
- Apsari, L., E. Kusumawati, dan D. Susanto. 2018. Fitoremediasi limbah cair laundry menggunakan melati air (*Echinodorus palaefolius*) dan eceng padi (*Monochoria vaginalis*). *Bioprospek*. 13(2): 29-38.
- Arifin, Istiqamah, dan S. Hamzani. 2016. Efektifitas instalasi pengolahan air limbah Rumah Sakit "X" Kabupaten Banjar. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*. 13 (1). 306-314.
- Asward, M., S. Elystia, dan E. Yenie. 2019. Pengaruh kecepatan dan waktu pengadukan dalam pengolahan air gambut menggunakan serbuk biji asam jawa (*Tamarindus indica L*) sebagai biokoagulan. *Jom FTEKNIK*. 6(1): 1-8.
- Atima, W. A. 2015. BOD dan COD sebagai parameter pencemaran air dan baku mutu air limbah. *Biologi Sel*. 4(1): 83-93. ISSN 2252-858X.

- Awuchi, C. G. 2017. Industrial waste management: brief survey and advice to cottage, small and medium scale industries in Uganda. *International Journal of Advanced Academic Research*. 3(1): 26-43.
- Bachri, Z. 2016. *Kangkung Hidroponik*. Bogor: Penebar Swadaya.
- Badan Standardisasi Nasional. 2004. *SNI 06-6989.11-2004 Cara Uji Derajat Keasaman (pH) dengan Menggunakan Alat pH Meter*. Januari. Tangerang: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. 2004. *SNI 06-6989.14-2004 Cara Uji Oksigen Terlarut Secara Yodometri (Modifikasi Azida)*. Januari. Tangerang: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. 2004. *SNI 06-6989.3-2004 Cara Uji Padatan Tersuspensi Total (Total Suspended Solid, TSS) secara Gravimetri*. Januari. Tangerang: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. 2009. *SNI 6989.72-2009 Cara Uji Kebutuhan Oksigen Biokimia (Biochemical Oxygen Demand/BOD)*. Februari. Tangerang: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. 2009. *SNI 6989.73-2009, Cara Uji Kebutuhan Oksigen Kimiawi (Chemical Oxygen Demand/COD) dengan Refluks Tertutup secara Titrimetri*. Juni. Tangerang: Badan Standardisasi Nasional.
- Bidarisugma, B., S. P. Timur, dan R. Purnamasari. 2014. Antibodi monoklonal *Streptococcus mutans* 1 (c) 67 kDa sebagai imunisasi pasif dalam alternatif pencegahan karies gigi secara topikal. *BIMKGI*. 1(1):1-10.
- Boutillier, M. S. H., J. Lee., V. Chambers, V. Venkatesh, dan R. Karnik. 2014. Water filtration using plant xylem. *PLoS ONE*. 9(2): e89934.
- Budiman, M. W. 2018. *Buku Pegangan Akuaponik*. Gresik.
- Damanik, B. H., H. Hamdani, I. Riyantini, dan H. Herawati. 2018. Uji efektivitas bio filter dengan tanaman air untuk memperbaiki kualitas air pada sistem akuaponik ikan lele sangkuriang (*Clarias gariepinus*). *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. 9(1): 134-142.
- Daniel, W. W. dan C. L. Cross. 2013. *Biostatistics A Foundation For Analysis In The Health Sciences*. Edisi 10. USA: Wiley.
- Disyamto, D. A., S. Elystia, dan I. Andesgur. 2014. Pengolahan limbah cair industri tahu menggunakan tanaman *Thypha latifolia* dengan proses fitoremediasi. *JOM FTEKNIK*. 1(2): 1- 13.

- Duarte, A. J., B. Malheiro, C. Ribeiro, M. F. Silva, P. Ferreira, dan P. Guedes. 2015. Developing an aquaponics system to learn sustainability and social compromise skills. *Journal of Technology and Science Education*. 5(4): 235-253.
- El-Sherbiny, G. M. 2014. Control of growth *Streptococcus mutans* isolated from saliva and dental caries. *Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci*. 3(10): 1-10.
- Evinola, S. P. 2019. *Mengenal Ruang Lingkup Tanaman Hias*. Ponorogo: Uwais Inspirasi Indonesia.
- Fifendy, M. 2017. *Mikrobiologi*. Depok: Kencana.
- Firdaus, F., Z. Hasan, I. Gumilar, dan U. Subhan. 2018. Efektivitas berbagai media tanam untuk mengurangi karbon organik total pada sistem akuaponik dengan tanaman selada. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. 9(1): 35-48.
- Hambandima, A. P. 2017. Optimalisasi Kinerja Pengolahan Limbah Domestik pada MCK Plus Tlogomas. *Skripsi*. Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional Malang.
- Handayani, H. B. dan Hernawati. 2018. *Modul Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan Pencemaran dan Pengelolaan Limbah*. Jakarta: Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Handayani, L. 2018. Pemanfaatan Lahan Sempit dengan Sistem Budidaya Aquaponik. *Prosiding Seminar Nasional Hasil Pengabdian*. 15 Februari 2018. *Universitas Muslim Nusantara Al-Washliyah Press*: 118-126.
- Humaidi, M. dan K. Yanuar. 2014. Alternatif penggunaan batu koral untuk beton dengan kuat tekan $f_c' 30$ Mpa. *Jurnal INTEKNA*. 1: 1-101.
- INMED. 2017. *Aquaponics Handbook*. Jamaica: INMED Partnerships for Children.
- Iqbal, H. M. dan D. Wisbarti. 2017. *Budi Daya Lele Sistem Filterisasi dan Akuaponik*. Jakarta: AgroMedia Pustaka.
- Iskandar, A. 2016. Optimalisasi sekam padi bekas ayam petelur terhadap produktivitas tanaman kangkung darat (*Ipomoea reptans*). *Mimbar Agribisnis*. 1(3): 245-252.
- Juhriah dan M. Alam. 2016. Fitoremediasi logam berat merkuri (Hg) pada tanah dengan tanaman *Celosia plumosa* (Voss) Burv. *Jurnal Biologi Makassar*. 1(1): 1-8

- Karimi, K. 2015. *Lignocellulose-Based Bioproducts*. Switzerland: Springer.
- Kasuma, N. 2015. *Fisiologi dan Patologi Saliva*. Padang: Andalas University Press.
- Kementrian Lingkungan Hidup. 2014. *Pedoman Kriteria Teknologi Pengelolaan Limbah Medis Ramah Lingkungan*. Jakarta: KLH.
- Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor: 1204/MENKES/SK/X/2004. *Persyaratan Kesehatan Lingkungan Rumah Sakit*. 19 Oktober 2004. Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 1204 Tahun 2004. Jakarta.
- Khaer, A. dan E. Nursyafitri. 2017. Kemampuan metode kombinasi filtrasi fitoremediasi tanaman teratai dan eceng gondok dalam menurunkan kadar BOD dan COD air limbah industri tahu. *Jurnal Sulolipu: Media Komunikasi Sivitas Akademika dan Masyarakat*. 17(2): 11-18.
- Kordi, M. G. H. 2010. *Budidaya Ikan Lele di Kolam Terpal*. Yogyakarta: ANDI.
- Kushayadi, A. G, S. Waspodo, dan N. Diniarti. 2018. Pengaruh media tanam akuaponik yang berbeda terhadap penurunan nitrat dan pospat pada pemeliharaan ikan mas (*Cyprinus carpio*). *Jurnal Perikanan*. 8(1): 8-13.
- Kusumaningrum, V. dan J. Handajani. 2011. Efek pengunyahan permen karet gula dan xylitol terhadap pertumbuhan bakteri *Streptococcus mutans* pada plak gigi. *Maj Ked Gi*. 18 (1): 30-34.
- Maharani, N. A. dan P. N. Sari. 2016. Penerapan *aquaponic* sebagai teknologi tepat guna pengolahan limbah cair kolam ikan di Dusun Kergan, Tirtomulyo, Kretek, Bantul, Yogyakarta. *Indonesian Journal of Community Engagement*. 1(2): 172- 182.
- Majumdar, S. dan A. B. Singh. 2014. Normal microbial flora of oral cavity. *J Adv Med Dent Scie Res*. 2(4):62-66.
- Mchunu, N., G. Lagerwall, dan A. Senzanje. 2017. Food sovereignty for food security, aquaponics system as a potential method: a review. *J Aquac Res Development*. 8(7): 2-9.
- Morrow, E. 2015. *Aquaponic Gardening For Beginners: Raising Fish and Growing Vegetables in Aquaponics Garden*. USA: Mihails Konoplovs.
- Nono, K. M., D. Amalo, dan A. Bakok. 2020. Pengaruh tumbuhan talas (*Colocasia esculenta* (L.) Schott var. *aquatilis* Hassk) sebagai fitoremediasi terhadap kualitas air limbah laundry. *Jurnal Biotropikal Sains*. 17(2): 37-47.

- Novita, E., S. Wahyuningsih, D. A. N. Jannah, dan H. A. Pradana. 2020. Fitoremediasi air limbah laboratorium analitik Universitas Jember dengan pemanfaatan tanaman eceng gondok dan lebang. *J Bioteknol Biosains Indonesia*. 7(1): 122-135.
- Nugroho, E. dan Sutrisno. 2008. *Budidaya Ikan dan Sayuran dengan Sistem Akuaponik*. Depok : Penebar Swadaya.
- Nugroho, R. A., L. T. Pambudi, D. Chilmawati, dan A. H. C. Haditomo. 2012. Aplikasi teknologi aquaponic pada budidaya ikan air tawar untuk optimalisasi kapasitas produksi. *Jurnal Sainstek Perikanan*. 8(1): 46-51.
- Paeru, R. H. dan T. Q. Dewi. 2015. *Panduan praktis bertanam sayuran di Pekarangan*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Pandit, A. B. dan J. K. Kumar. 2015. Clean water for developing countries. *Annu. Rev. Chem. Biomol. Eng.* 6:217–46.
- Pandit, A. B. dan J. K. Kumar. 2019. *Drinking Water Treatment for Developing Countries: Physical, Chemical and Biological Pollutants*. United Kingdom: Royal Society of Chemistry.
- Pfautsch, S. 2016. Hydraulic anatomy and function of trees: basics and critical developments. *Curr Forestry Rep.* 2:236–248.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 101 Tahun 2014. *Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun*. 17 Oktober 2014. Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2014 Nomor 333. Jakarta.
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 7 Tahun 2019. *Kesehatan Lingkungan Rumah Sakit*. 19 Februari 2019. Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2019 Nomor 296. Jakarta.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014. *Baku Mutu Air Limbah*. 15 Oktober 2014. Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2014 Nomor 1815. Jakarta.
- Pokja AMPL Kab. Barru. 2012. *Buku Putih Sanitasi Kabupaten Barru Provinsi Sulawesi Selatan*. Barru: Pokja AMPL.
- Potash, B. R. 2014. Characterization and Preservation Techniques of Plant Xylem as Low Cost Membrane Filtration Devices. *Thesis*. Massachusetts: Department of Mechanical Engineering Massachusetts Institute of Technology.

- Prabowo, H. dan A. Amran. 2017. Study Comparison Time Series Water Quality in Upstream, Middle, and Downstream of Batang Kuranji River. *Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Secara Terpadu*. 27 November 2017. Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Riau: 235-240.
- Purwatiningrum, O. 2018. Gambaran instalasi pengolahan air limbah domestik komunal di kelurahan Simokerto, kecamatan Simokerto, kota Surabaya. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*. 10(2): 243–253.
- Puspitasari, R. dan S. M. Natsir. 2016. *Kualitas Lingkungan Untuk Menunjang Budi Daya Biota Laut di Perairan Lombok Barat*. Jakarta: Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.
- Putera, T. D. 2015. *Hidroponik Wick System: Cara Paling Praktis, Pasti Panen (Bag. 3)*. Jakarta: AgroMedia Pustaka.
- Putri, D. A.P.G.M. S., N. K. F. R Pertiwi, dan N. M. S. Nopiyani. 2018. Manajemen pengelolaan limbah medis di praktik dokter gigi Kabupaten Tabanan. *Bali Dental Journal*. 2(1): 9-16.
- Pytko-Polonczyk, J., A. Jakubik, A. Przeklasa-Bierowiec, dan B. Muszynska. 2017. Artificial saliva and its use in biological experiments. *Journal of Physiology and Pharmacology*. 68 (6): 807-813.
- Rahmah, N., M. Wijaya, dan Patang. 2015. Rekayasa media tanam terhadap pertumbuhan, kelangsungan hidup dan produksi sayuran. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*. 1: 69-75.
- Retnaningdyah, C. 2019. *Blooming Microcystis di Ekosistem Perairan Tawar dan Cara Pengendaliannya*. Malang: UB Press.
- Riza, F., A. N. Bambang, dan Kismartini. 2015. Tingkat pencemaran lingkungan perairan ditinjau dari aspek fisika, kimia dan logam di Pantai Kartini Jepara. *Indonesian Journal of Conservation*. 04 (1): 52-60. ISSN: 2252-9195.
- Rizkika, K. 2015. *Hidroponik Tanpa Atap*. Jakarta: Trubus Swadaya.
- Rollando. 2019. *Senyawa Antibakteri dari Fungi Endofit*. Malang: Seribu Bintang.
- Sari, S. V., Narwati, dan P. Hermiyanti. 2020. Pengaplikasian kayu apu (*Pistia stratiotes L*) dalam menurunkan kadar BOD, COD dan TSS pada limbah cair laboratorium di RSUD Besuki Kabupaten Situbondo. *Jurnal Keperawatan Profesional*. 8(1): 1-14.

- Sairi, F. A dan N. S. Budiana. 2017. *Akuaponik Panen Sayur Bonus Ikan*. Jakarta : Penebar Swadaya.
- Sameto, H. 2004. *Hidroponik Sederhana Penyejuk Ruangan*. Bogor: Penebar Swadaya.
- Santoso, A. D. 2018. Keragaan nilai DO, BOD dan COD di danau bekas tambang batu bara studi kasus pada Danau Sangatta North PT. KPC di Kalimantan Timur. *Jurnal Teknologi Lingkungan*. 19(1): 89-96.
- Savira, C. N., R. F. Hakim, dan S. Sungkar. 2017. Perbedaan pH saliva sebelum dan sesudah mengkonsumsi susu formula dengan susu UHT (studi pada anak di Panti Asuhan Nirmala Banda Aceh). *Journal Caninus Dentistry*. 2(4): 150 – 156.
- Savita, A., S. Sungkar, dan S. Chismirina. 2017. Perbandingan laju aliran saliva sebelum dan sesudah mengunyah permen karet *nonxylytol* dan *xylitol* pada anak usia 10-12 tahun (studi pada murid sekolah dasar negeri 57 banda aceh). *Journal Caninus Dentistry*. 2(2): 65 – 70.
- Setyaningrum, N., M. H. Sastranegara, Sugiharto, dan F. Isdianto. 2019. Kualitas air dan pertumbuhan ikan nilem (*Osteochilus vittatus Valenciennes*) pada sistem resirkulasi dengan media filtrasi berbeda. *Majalah Ilmiah Biologi Biosfera: A Scientific Journal*. 36(3): 139-146.
- Setyosari, P. 2016. *Metode Penelitian Pendidikan dan Pengembangan*. Edisi 4. Jakarta: Kencana.
- Somerville, C., M. Cohen, E. Pantanella, A. Stankus, dan A. Lovatelli. 2014. *Small-Scale Aquaponic Food Production*. Rome: Food and Agriculture Organization of The United Nations.
- Stout, M. 2013. *Aquaponic Gardening: Discover the Dual Benefits of Raising Fish and Plants Together (Idiot's Guides)*. USA: Alpha.
- Subarnas, N., A. Kurniawan, dan R. A. Umar. 2007. *Terampil Berkreasi*. Bandung: Grafindo Media Pratama.
- Suhartini, S. dan I. Nurika. 2018. *Teknologi Pengolahan Limbah Agroindustri*. Malang: UB Press.
- Sungkar, M. 2015. *Akuaponik ala Mark Sungkar*. Jakarta: AgroMedia Pustaka.
- Supriati, Y. dan E. Herliana. 2010. *Bertanam 15 Sayuran Organik dalam Pot*. Jakarta: Penebar Swadaya.

- Suryadi, I. Apriani, dan U. Kadaria. 2017. Uji tanaman coontail (*Ceratophyllum demersum*) sebagai agen fitoremediasi limbah cair kopi. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*. 5(1): 1-10.
- Susilowati, U. Tedjosasongko, dan F. X. Suhariadji. 2014. Penambahan xylitol dalam glukosa, sukrosa terhadap pertumbuhan *Streptococcus mutans* (in vitro). *Dent. J. (Maj. Ked. Gigi)*. 47 (4): 181-185.
- Talaro, K. P., dan B. Chess. 2018. *Foundations in Microbiology: Basic Principle*. Edisi 10. New York: McGraw-Hill Education.
- Tempo. 2019. Tips Memilih Akuarium dan Pompa Aquarium. <https://gaya.tempo.co/read/1273526/tips-memilih-akuarium-dan-pompa-aquarium/full&view=ok>. [Diakses pada 27 Desember 2020].
- Tsakalidou, E. dan K. Papadimitriou. 2011. *Stress Responses of Lactic Acid Bacteria*. New York: Springer.
- Turner, R. 2020. *Essentials of Microbiology*. United Kingdom: ED-Tech Press.
- Viladomat, L. 2012. *Handbook for Construction and Operation of Domestic Scale Aquaponic Systems in The West Bank*. Italia: Oxfam.
- Vitas, S., P. Beckmann, B. Skibinski, C. Goldhahn, L. F. Muff, dan E. Cabane. 2019. Rejection of micron-sized particles using beech wood xylem. *Environ. Sci.: Water Res. Technol.* 5: 944–955.
- Waluyo, L. 2018. *Bioremediasi Limbah*. Malang: UMM Press.
- Wardianti, Y. 2015. Pengaruh pemberian kompos limbah kulit kopi terhadap pertumbuhan tanaman kangkung (*Ipomoea reptans*. Poir). *Jurnal Perspektif Pendidikan*. 9(1): 28-36.
- Wirosoedarmo, R., A. T. S. Haji., dan E. A. Hidayati. 2018. Pengaruh konsentrasi dan waktu kontak pada pengolahan limbah domestik menggunakan karbon aktif tongkol jagung untuk menurunkan BOD dan COD. *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*. 3(2): 31-38.
- Wu, H., Z. Yina, J. Lv, dan Z. Hu. 2018. Impacts of aeration management and polylactic acid addition on dissolved organic matter characteristics in intensified aquaponic systems. *Chemosphere*. 205(2018): 579-586.
- Yuniar, D. dan A. S. Dermawan. 2017. *Perbandingan Kuat Tekan Beton dengan Desain Komposisi Agregat Lokal Batu Pecah Martapura dan Koral Awang*. Banjarmasin: Fakultas Teknik Universitas Ahmad Yani Banjarmasin.

LAMPIRAN

Lampiran A: Surat keterangan *ethical clearence*

	<p>KOMISI ETIK PENELITIAN KESEHATAN (KEPK) FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI UNIVERSITAS JEMBER (THE ETHICAL COMMITTEE OF MEDICAL RESEARCH FACULTY OF DENTISTRY UNIVERSITAS JEMBER)</p>
	<p>ETHIC COMMITTEE APPROVAL <u>No.882/UN25.8/KEPK/DL/2020</u></p>
<p>Title of research protocol : "Application of Aquaponic Systems in Saliva Waste Treatment"</p>	
Document Approved	: Research Protocol
Pincipal investigator	: Salsabila Reza Susanto
Member of research	: -
Responsible Physician	: Salsabila Reza Susanto
Date of approval	: Maret 2020-selesai
Place of research	: 1. Lab. Fisiologi Bagian Biomedik FKG UNEJ 2. Lab. Mikrobiologi Bagian Biomedik FKG UNEJ 3. Lab Teknik Pengendalian dan Konservasi Lingkungan Jurusan TEP, ETP UNEJ
<p>The Research Ethic Committee Faculty of Dentistry Universitas Jember States That the above protocol meets the ethical principle outlined and therefore can be carried out.</p>	
<p>Jember, March 6th 2020</p>	
 Dean of Faculty of Dentistry Universitas Jember (Dr. R. Rahardian, P. M. Kes, Sp. Pros.)	 Chairperson of Research Ethics Committee Faculty of Dentistry Universitas Jember (Dr. Ayu Ratna Dewanti, M.Si.)

Lampiran B: Surat ijin penelitian



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
 Jalan Kalimantan 37, Kampus Tegal Boto Kotak Pos 159 Jember 68121
 Telepon (0331) 333536, 331743 Faksimili (0331) 331991
 Laman : fkg.unej.ac.id

Nomor : 2020 /UN25.8/SP/2020
 Perihal : Ijin Penelitian

27 AUG 2020

Kepada Yth
 Ketua Bagian Biomedik
 Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember
 Di
 Jember

Dalam rangka penelitian maka, dengan hormat kami mohon bantuan dan kesediaannya untuk memberikan Ijin Penelitian bagi Mahasiswa kami :

1	Nama	:	Salsabila Reza Susanto
2	NIM	:	161610101098
3	Semester/Tahun Akademik	:	Gasal 2020/2021
4	Fakultas	:	Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember
5	Alamat	:	Jl. Danau Toba 1 Gang Barokah No 5 Tegalgede, Sumbersari, Kabupaten Jember, Jawa Timur
6	Judul Penelitian	:	Aplikasi Sistem Akuaponik pada Pengolahan Limbah Cair Berupa Saliva
7	Lokasi Penelitian	:	Laboratorium Fisiologi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember
8	Data/ alat yang dipinjam	:	Perlakuan Akuarium dengan Menggunakan Saliva
9	Waktu	:	Agustus 2020 s/d Selesai
10	Tujuan Penelitian	:	Untuk Mengamati Kecenderungan Perubahan Parameter Baku Mutu Limbah Air Limbah (BOD, COD, TSS, dan pH) Serta Penurunan Jumlah Koloni <i>Streptococcus mutans</i> pada Pengolahan Limbah Cair Berupa Saliva dengan Menggunakan Sistem Akuaponik
11	Dosen Pembimbing	:	1. Dr. drg. Purwanto, M.Kes 2. Dr. Drg. I Dewa Ayu Susilawati M. Kes.

Demikian atas perkenan dan kerja sama yang baik disampaikan terimakasih

a.n.Dekan
 Wakil Dekan I,



Dr. drg. Masniari Novita, M.Kes., Sp.OF(K)
 NIP. 19681125199932001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS JEMBER

FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI

Jalan Kalimantan 37, Kampus Tegal Boto Kotak Pos 159 Jember 68121
Telepon (0331) 333536, 331743 Faksimili (0331) 331991

Laman : fkg.unej.ac.id

Nomor : 1943/UN25.8/SP/2020
Perihal : Ijin Penelitian

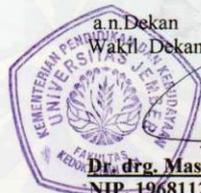
11 AUG 2020

Kepada Yth
Direktur RSGM
Universitas Jember
Di
Jember

Dalam rangka penelitian maka, dengan hormat kami mohon bantuan dan kesediaannya untuk memberikan Ijin Penelitian bagi Mahasiswa kami :

- | | | | |
|----|--------------------------|---|--|
| 1 | Nama | : | Salsabila Reza Susanto |
| 2 | NIM | : | 161610101098 |
| 3 | Semester/Tahun Akademik | : | Gasal 2020/2021 |
| 4 | Fakultas | : | Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember |
| 5 | Alamat | : | Jl. Danau Toba 1 Gang Barokah No 5 Tegalgede,
Sumbersari, Kabupaten Jember, Jawa Timur |
| 6 | Judul Penelitian | : | Aplikasi Sistem Akuaponik pada Pengolahan
Limbah Cair Berupa Saliva |
| 7 | Lokasi Penelitian | : | Laboratorium Bioscience Rumah Sakit Gigi dan
Mulut Universitas Jember |
| 8 | Data/ alat yang dipinjam | : | Penghitungan Koloni <i>S.mutans</i> |
| 9 | Waktu | : | Agustus 2020 s/d Selesai |
| 10 | Tujuan Penelitian | : | Untuk Mengetahui Aplikasi Sistem Akuaponik
Sederhana pada Pengolahan Limbah Cair Berupa
Saliva |
| 11 | Dosen Pembimbing | : | 1. Dr. drg. Purwanto, M.Kes
2. Dr. Drg. I Dewa Ayu Susilawati M. Kes. |

Demikian atas perkenan dan kerja sama yang baik disampaikan terimakasih



a.n.Dekan
Wakil Dekan I,

Dr. drg. Masniari Novita, M.Kes., Sp.OF(K)
NIP. 19681125199932001

Lampiran C. Surat ijin peminjaman alat



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
 Jalan Kalimantan 37, Kampus Tegal Boto Kotak Pos 159 Jember 68121
 Telepon (0331) 333536, 331743 Faksimili (0331) 331991
 Laman : fgk.unel.ac.id

Nomor : 2019 /UN25.8/SP/2020
 Perihal : Ijin Penelitian

27 AUG 2020

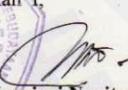
Kepada Yth
 Dekan Fakultas Teknologi Pertanian
 Universitas Jember
 Di
 Jember

Dalam rangka penelitian maka, dengan hormat kami mohon bantuan dan kesediaannya untuk memberikan Ijin Penelitian bagi Mahasiswa kami :

1	Nama	:	Salsabila Reza Susanto
2	NIM	:	161610101098
3	Semester/Tahun Akademik	:	Gasal 2020/2021
4	Fakultas	:	Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember
5	Alamat	:	Jl. Danau Toba 1 Gang Barokah No 5 Tegalgede, Sumbersari, Kabupaten Jember, Jawa Timur
6	Judul Penelitian	:	Aplikasi Sistem Akuaponik pada Pengolahan Limbah Cair Berupa Saliva
7	Lokasi Penelitian	:	Laboratorium Teknik Pengendalian dan Konservasi Lingkungan (TKPL) Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember
8	Data/ alat yang dipinjam	:	Akuarium
9	Waktu	:	Agustus 2020 s/d Selesai
10	Tujuan Penelitian	:	Untuk Mengamati Kecenderungan Perubahan Parameter Baku Mutu Limbah Air Limbah (BOD, COD, TSS, dan pH) Serta Penurunan Jumlah Koloni <i>Streptococcus mutans</i> pada Pengolahan Limbah Cair Berupa Saliva dengan Menggunakan Sistem Akuaponik
11	Dosen Pembimbing	:	1. Dr. drg. Purwanto, M.Kes 2. Dr. Drg. I Dewa Ayu Susilawati M. Kes.

Demikian atas perkenan dan kerja sama yang baik disampaikan terimakasih

a.n.Dekan
Wakil Dekan I,



Dr. drg. Masniari Novita, M.Kes., Sp.OF(K)
NIP. 19681125199932001

Tembusan:

- Ketua Laboratorium Teknik Pengendalian dan Konservasi Lingkungan
Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember
- Ketua Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember

Lampiran D: Alat dan bahan penelitian

D.1 Alat penelitian



Akuarium 40x15x20 cm



Wadah tumbuhan



Instalasi air



Kangkung



Batu koral



Rockwool



Net pot



Ikan lele albino



Pompa air



Aluminium foil



Petri disk



Tabung eppendorf



Akuades



Cotton bud



Yellow tip



Gelas ukur



Syringe



Autoclave

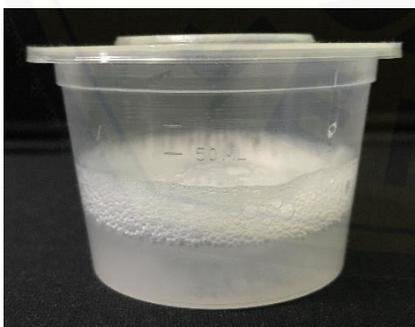


*Magnetic Stirrer and Rod
with Hot Plate*



Oven

D.2 Bahan Penelitian



Saliva



Bubuk TSA

Lampiran E: Data hasil penelitian

Kelompok	Parameter				
	pH	BOD ₅ (mg/L)	COD (mg/L)	TSS (mg/L)	Koloni <i>S.mutans</i>
A	8,6	69,58	67	3	1121
B	8,7	62,62	54	3	795
C	8,9	34,79	46	4	488
D	8,9	34,79	26	5	193

Hasil Analisis Air Limbah/ Air Bersih di Laboratorium Teknik Pengendalian dan Konservasi Lingkungan (TPKL) Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember

Jenis sampel : Air limbah penelitian
 Sumber sampel : Perorangan
 Jumlah sampel : 4

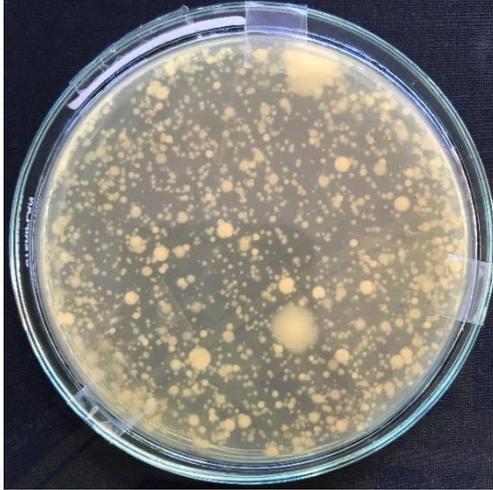
Identitas Pengirim :
 Nama : Salsabila Reza Susanto (NIM 161610101098)
 Institusi : Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Jember.
 Lokasi sampel : Jember

Data yang dimaksud sebagaimana yang disajikan dalam tabel berikut:

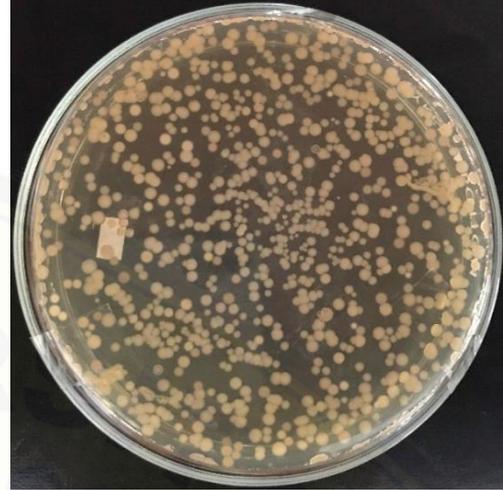
Sampel	Parameter			
	TSS (mg/L)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	pH
A	3,00	69,58	67,00	8,6
B	3,00	62,62	54,00	8,7
C	4,00	34,79	46,00	8,9
D	5,00	34,79	26,00	8,9

Jember, 23 oktober 2020
 Mengetahui
 Ka. Laboratorium TPKL


 Dr. Elida Novita, S.TP., M.T.

Lampiran F: Foto Hasil Penelitian

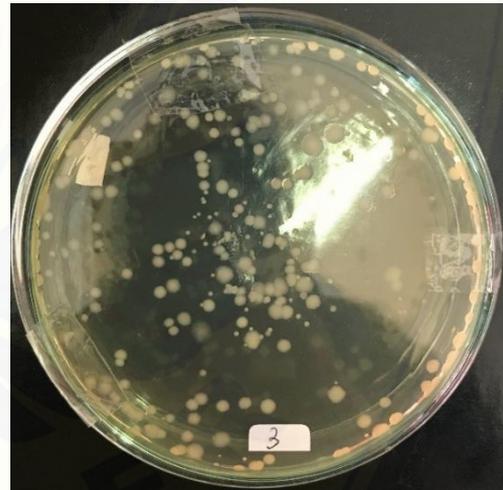
Kelompok A: sampel yang diambil dari sistem akuaponik dengan durasi kerja 0 jam



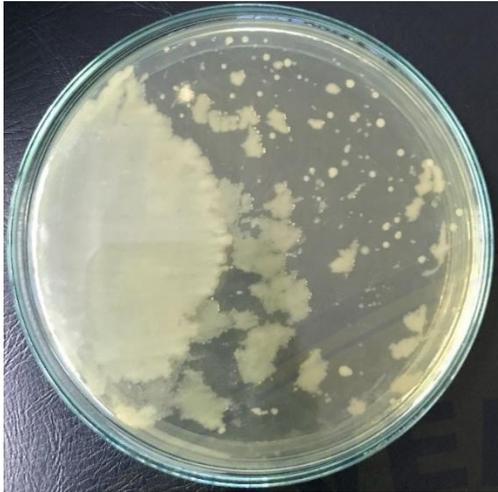
Kelompok B: sampel yang diambil dari sistem akuaponik dengan durasi kerja 24 jam



Kelompok C: sampel yang diambil dari sistem akuaponik dengan durasi kerja 48 jam



Kelompok D: sampel yang diambil dari sistem akuaponik dengan durasi kerja 72 jam



Sampel air sebelum diberi saliva



Lampiran G: Dokumentasi Pelaksanaan Penelitian



Penyusunan sistem akuaponik



Perlakuan dengan saliva



*Pengambilan sampel untuk koloni *S.mutans**



Pengambilan sampel untuk pH, BOD₅, COD, TSS



Pengujian pH



Pengujian BOD₅



Pengujian COD



Pengujian TSS



Kultur bakteri

