

LAPORAN PENELITIAN

Judul Penelitian :

**Isolasi Dan Identifikasi Bakteri Indegenous Yang Berpotensi
Sebagai Agen Bioremediasi Logam Berat (Cu Dan Hg) Pada
Lahan Mangrove Di Desa Buduran Sidoarjo**



umsurabaya
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURABAYA

**Fakultas
Ilmu Kesehatan**

Oleh :

**Vella Rohmayani, S.Pd.,M.Si (0720059202)
Holy Ichda Wahyuni, S.Pd., M.Si (0724099202)
Sherley Agustina (20200667008)
Lilik Mursidah (20210667013)**

**FAKULTAS ILMU KESEHATAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURABAYA**

Jl. Sutorejo No. 59 Surabaya 60113

Telp. 031-3811966

<http://www.um-surabaya.ac.id>

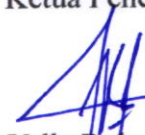
Tahun 2021

HALAMAN PENGESAHAN

- Judul Penelitian : Isolasi Dan Identifikasi Bakteri Indegenous Yang Berpotensi Sebagai Agen Bioremediasi Logam Berat (Cu Dan Hg) Pada Lahan Mangrove Di Desa Buduran Sidoarjo
- Skema :
- Jumlah Dana : Rp10.150.000
- Ketua Peneliti :
- a. Nama Lengkap : Vella Rohmayani, S.Pd.,M.Si
- b. NIDN : 0720059202
- c. Jabatan Fungsional : Asisten Ahli
- d. Program Study : D4 Teknologi Laboratorium Medis
- e. No. HP : 082337821057
- f. Alamat Email : vella@um-surabaya.ac.id
- Anggota Peneliti (1) :
- a. Nama Lengkap : Holy Ichda Wahyuni, S.Pd., M.Si
- b. NIDN : 0724099202
- Anggota Mahasiswa (1) :
- a. Nama : Sherley Agustina
- b. NIM : 20200667008
- c. Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Surabaya
- Anggota Mahasiswa (2) :
- a. Nama : Lilik Mursidah
- b. NIM : 20210667013
- c. Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Surabaya

Mengetahui
 Dekan F.Hs UMSurabaya

Dr. Nur Mukarromah, SKM.,M.Kes
 NIDN. 0713067202

Surabaya,
 Ketua Penelitian

Vella Rohmayani, S.Pd.,M.Si
 NIDN.0720059202

Menyetujui
 Ketua LPPM UMSurabaya

Dede Nasrullah, S.Kep., Ns., M.Kep
 NIDN. 0730016501

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	iii
RINGKASAN.....	v
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
1. 1 Latar Belakang	1
1. 2 Rumusan Masalah	3
1. 3 Tujuan.....	4
1. 4 Manfaat Penelitian.....	4
1. 5 Peta Jalan dan Derajat Kepentingan	4
1.5.1 Peta Jalan.....	4
1.5.2 Derajat Kepentingan	5
BAB II.....	6
TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2. 1 Hutan Mangrove.....	6
2. 2 Logam Berat.....	9
2.2.1 Logam berat Cu	10
2.2.2 Logam berat Hg	11
2. 3 Bioremediasi	12
2.3.1 Faktor-faktor yang berpengaruh dalam proses bioremediasi.....	13
2. 4 Bakteri Indigenus.....	14
2.4.1 Mekanisme reduksi logam berat oleh bakteri indigenus	15
2.4.2 Jenis bakteri indigenus pereduksi logam berat	19
BAB III.....	21
METODE PENELITIAN	21
3.1 Waktu dan Tempat	21
3.2 Alat dan Bahan.....	21
3.2.1 Alat.....	21
3.2.2 Bahan	21
3.3 Cara Kerja	22
3.3.1 Pengambilan Sampel.....	22
3.3.2 Isolasi sampel	22
3.3.3 Uji kemampuan degradasi logam berat.....	23
3.4 Analisis Data	23
BAB IV	24
LUARAN DAN TARGET CAPAIAN	24
4.1 Luaran Penelitian.....	24
4.2 Target Capaian	24
BAB V.....	25

BIAYA DAN JADWAL PENELITIAN	25
5.1 Biaya Penelitian.....	25
5.2 Jadwal Penelitian.....	25
DAFTAR PUSTAKA	26
<i>Lampiran I: Justifikasi Anggaran</i>	<i>29</i>
<i>Lampiran II: CV Ketua</i>	<i>33</i>
<i>Lampiran III: CV Anggota 1.....</i>	<i>43</i>
<i>Lampiran IV: CV anggota mahasiswa 1</i>	<i>49</i>
<i>Lampiran V: CV anggota mahasiswa 2.....</i>	<i>51</i>
<i>Lampiran VI: CV anggota mahasiswa 3</i>	<i>53</i>

RINGKASAN

Logam berat merupakan logam yang memiliki kepadatan atau berat jenis lebih dari 5g/cm^3 . Logam berat secara alami terbagi menjadi dua tipe yaitu logam berat esensial dan non-esensial, dimana perbedaan mendasar adalah dalam tingkat toleransi terhadap makhluk hidup. Logam berat esensial dibutuhkan oleh makhluk hidup namun dalam konsentrasi yang sangat sedikit, sedangkan logam non-esensial termasuk logam pencemar yang bersifat toksik bagi makhluk hidup dan lingkungan. Mayoritas sumber logam berat utama yang bersifat toksik berasal dari segi antropogenik melalui kegiatan pertambangan, industri dan pertanian. Logam berat dilepaskan selama penambangan, limbah domestik dan penggunaan pupuk kimia. Logam berat hasil berbagai kegiatan tersebut tergolong bahan pencemar perairan maupun terestrial yang bersifat toksik dan harus terus diwaspadai keberadaannya agar tidak mencapai titik yang tidak dapat ditoleransi oleh lingkungan dan makhluk hidup.

Penyebab utama logam berat menjadi bahan pencemar berbahaya yaitu sifatnya yang tidak dapat dihancurkan (*non-degradable*) oleh organisme hidup di lingkungan dan terakumulasi ke lingkungan, terutama mengendap di dasar perairan membentuk senyawa kompleks bersama bahan organik dan anorganik secara adsorpsi dan kombinasi. Proses akumulasi logam berat yang berlangsung secara kontinyu dan dalam jangka waktu yang panjang maka akan merusak kestabilan rantai makanan, dimana konsumen puncak yang mengkonsumsi mangsa (produsen atau konsumen tingkat bawah) yang tubuhnya telah terakumulasi senyawa logam berat sebelumnya, akan bersifat destruktif bagi tubuh konsumen akhir. Hal ini dikarenakan jumlah logam berat tersebut telah banyak dan mampu merusak berbagai sel vital makhluk hidup melalui aliran darah. Salah satu senyawa logam berat yang memiliki sifat toksik yang tinggi yaitu tembaga (Cu) dan air raksa (Hg). Penelitian diawali dengan isolasi dengan metode pengenceran bertingkat kemudian dihitung jumlah bakteri, lalu dimurnikan kembali. Setelah itu bakteri diuji degradasi logam berat.

Kata Kunci : Bakteri Indegenous, Logam berat, tembaga (Cu), air raksa (Hg) dan mangrove

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki sumber daya alam yang berlimpah baik dari lingkungan terrestrial hingga maritim. Kekayaan sumber daya alam ini memicu perkembangan berbagai sektor industri yang berusaha mengeksplorasi secara luas serta mengolah bahan-bahan alam tersebut menjadi sebuah produk bernilai tinggi di pasaran lokal maupun global. Pengolahan bahan mentah tersebut juga menstimulan perkembangan dari sektor teknologi yang mampu mengurangi waktu pengolahan dan meningkatkan kualitas produk akhir. Adanya sinergitas antara perkembangan teknologi dan kemajuan sektor industri ini memang mampu meningkatkan ekonomi nasional, akan tetapi juga berdampak negatif pada kestabilan lingkungan hidup, dimana terjadinya eksploitasi secara luas terhadap sumber daya alam serta menghasilkan berbagai senyawa sampingan dari proses pengolahan yang bersifat toksik terhadap lingkungan dan makhluk hidup. Senyawa sampingan tersebut berupa limbah yang dihasilkan baik dalam bentuk padat, cair dan gas (Khasanah, 2009). Salah satu limbah toksik adalah logam berat.

Logam berat merupakan logam yang memiliki kepadatan atau berat jenis lebih dari 5g/cm^3 . Logam berat secara alami terbagi menjadi dua tipe yaitu logam berat esensial dan non-esensial, dimana perbedaan mendasar adalah dalam tingkat toleransi terhadap makhluk hidup. Logam berat esensial dibutuhkan oleh makhluk hidup namun dalam konsentrasi yang sangat sedikit, sedangkan logam non-esensial termasuk logam pencemar yang bersifat toksik bagi makhluk hidup dan lingkungan (Ali et al. 2019). Mayoritas sumber logam berat utama yang bersifat toksik berasal dari segi antropogenik melalui kegiatan pertambangan, industri dan pertanian. Logam-logam ini (logam berat) dilepaskan selama penambangan, limbah domestik dan penggunaan pupuk kimia (Ali et al. 2019). Logam berat hasil berbagai kegiatan tersebut tergolong bahan pencemar perairan maupun terrestrial yang bersifat toksik dan harus terus diwaspadai keberadaannya agar tidak mencapai titik yang tidak dapat ditoleransi oleh lingkungan dan makhluk hidup.

Penyebab utama logam berat menjadi bahan pencemar berbahaya yaitu sifatnya yang tidak dapat dihancurkan (*non-degradable*) oleh organisme hidup di lingkungan dan terakumulasi ke lingkungan, terutama mengendap di dasar perairan membentuk senyawa kompleks bersama bahan organik dan anorganik secara adsorpsi dan kombinasi. Proses akumulasi logam berat yang berlangsung secara kontinyu dan dalam jangka waktu yang panjang maka akan merusak kestabilan rantai makanan,

dimana konsumen puncak yang mengkonsumsi mangsa (produsen atau konsumen tingkat bawah) yang tubuhnya telah terakumulasi senyawa logam berat sebelumnya, akan bersifat destruktif bagi tubuh konsumen akhir. Hal ini dikarenakan jumlah logam berat tersebut telah banyak dan mampu merusak berbagai sel vital makhluk hidup melalui aliran darah (Yulaipi & Aunurohim 2013). Salah satu senyawa logam berat yang memiliki sifat toksik yang tinggi yaitu tembaga (Cu), air raksa (Hg) dan timbal (Pb).

Logam Cu termasuk jenis logam berat yang bersifat esensial bagi makhluk hidup, namun akibat perkembangan industri yang pesat menjadikan logam tersebut berlimpah dan meningkatkan toksisitasnya terhadap lingkungan dan makhluk hidup. Begitupun dengan logam Hg dan Pb yang termasuk ke dalam golongan logam yang paling berbahaya bagi makhluk hidup karena mudah diserap dan mampu menghambat kinerja enzim serta merusak sel (Antizar-Ladislao et al. 2007). Logam-logam tersebut banyak ditemukan di lingkungan perairan dan lahan basah seperti lahan mangrove. Berbagai metode remediasi lahan telah dipergunakan untuk mengurangi kadar logam berat dari lingkungan seperti remediasi fisik (isolasi dan pewadahan ke suatu tempat cemar), remediasi kimia (solidifikasi dan ekstraksi kimia) dan remediasi biologi (biofilter, bioventing, fitoremediasi, bioremediasi). Namun metode yang aman dan efektif dalam proses revitalisasi lahan tercemar adalah dengan menggunakan bakteri indigenous yang mampu mengabsorpsi dan mengurai logam, dan jenis bakteri ini paling berlimpah ditemukan di daerah sedimen mangrove.

Sedimen mangrove pada dasarnya terdiri dari partikel halus dengan kandungan organik tinggi dan pH rendah, sehingga membuatnya sangat efektif dalam menyerap logam berat yang berpotensi beracun dengan melumpuhkan sulfida dalam sedimen yang biasanya bersifat anaerob (Oktoberina & Moeliono 2016). Sedimen mangrove bersifat anaerobik; kaya akan sulfida, ion, dan bahan organik; dan bertindak sebagai penyerap logam berat di lingkungan perairan sehingga akan banyak ditemukan logam berat disekitar perakaran mangrove (Suryono et al. 2020; Arisandy et al. 2012). Dalam mekanisme penyerapan nutrisi, mangrove berasosiasi dengan berbagai bakteri laut untuk mengurai senyawa kompleks yang dapat dipergunakan oleh tanaman. Namun karena akar mangrove bersifat akumulator terhadap logam berat, sehingga bakteri laut mengembangkan mekanisme resistensi untuk beradaptasi dengan lingkungan yang terkontaminasi oleh logam berat beracun (Arunakumara & Zhang 2007; Astuti et al. 2016). Untuk aktivitas metabolismenya, bakteri juga membutuhkan beberapa logam berat, yang diterima dari lingkungan laut melalui saluran protein pengangkut logam berat yang bersifat spesifik (Subur et al. 2016; Aida et al. 2014). Interaksi mikroba dengan logam berat berperan penting dalam mengurangi toksisitas

dan juga membantu biota sekitarnya, terutama tanaman (Yu et al. 2014). Oleh karena itu, proses *screening* terhadap bakteri potensial untuk mengurangi cemaran logam berat pada lahan mangrove perlu dieksplorasi lebih jauh untuk memperoleh jenis bakteri yang memiliki potensi maksimal dalam mereduksi kadar logam berat di lingkungan. Salah satu lokasi lahan mangrove yang berpotensi terletak di desa Sawohan Kecamatan Buduran Sidoarjo.

Desa Sawohan merupakan salah satu dari 15 desa di kecamatan Buduran Sidoarjo. Desa ini memiliki dua Dusun, yaitu Dusun Sawahan dan Kepetingan, yang memiliki luas wilayah keseluruhan 940,594 Ha serta luas pemukiman sebesar 10,844 Ha. Desa Sawohan berada pada ketinggian empat meter dari permukaan laut dengan curah hujan 2000 mm/untah dan udara rata-rata 26 C-30 C. Desa ini mayoritas dikelilingi oleh tambak, aliran sungai dan hutan mangrove. Namun akibat pertambahan populasi penduduk dan meningkatnya industri rumah tangga menyebabkan berlimpahnya limbah domestik dan limbah kapal (oli dan minyak). Berbagai limbah tersebut terakumulasi di sedimen dan sekitar aliran sungai yang kemudian akan mengalir dan diserap oleh tanaman mangrove dikawasan tersebut. Oleh karena itu, penelitian ini mencoba mengidentifikasi kandungan logam berat Cu dan Hg dari limbah domestik dan mengeksplorasi jenis bakteri indigenous yang resisten terhadap logam serta mampu mereduksi kandungan logam berat tersebut di sekitar areal sedimen mangrove.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini, yaitu

1. Berapa kadar logam berat Cu, Pb dan Hg pada area sedimen mangrove Desa Sawohan Kecamatan Buduran Sidoarjo?
2. Jenis bakteri yang resisten terhadap logam berat yang ada pada area sedimen mangrove Desa Sawohan Kecamatan Buduran Sidoarjo?
3. Bagaimana karakteristik makroskopis dan mikroskopis bakteri pada area sedimen mangrove Desa Sawohan Kecamatan Buduran Sidoarjo?
4. Bagaimana potensi bakteri indigenous terpilih dari sedimen mangrove Desa Sawohan Kecamatan Buduran Sidoarjo dalam mengurangi kadar logam berat Cu, Pb dan Hg secara *in-vitro*?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk menganalisis kadar logam berat Cu, Pb dan Hg pada area sedimen mangrove Desa Sawohan Kecamatan Buduran Sidoarjo.
2. Untuk mengisolasi jenis bakteri yang resisten terhadap logam berat yang ada pada area sedimen mangrove Desa Sawohan Kecamatan Buduran Sidoarjo.
3. Untuk menganalisis karakteristik makroskopis dan mikroskopis bakteri pada area sedimen mangrove Desa Sawohan Kecamatan Buduran Sidoarjo
4. Untuk menganalisis potensi bakteri indigenous sedimen mangrove Desa Sawohan Kecamatan Buduran Sidoarjo dalam mengurangi kadar logam berat Cu, Pb dan Hg secara *in-vitro*.

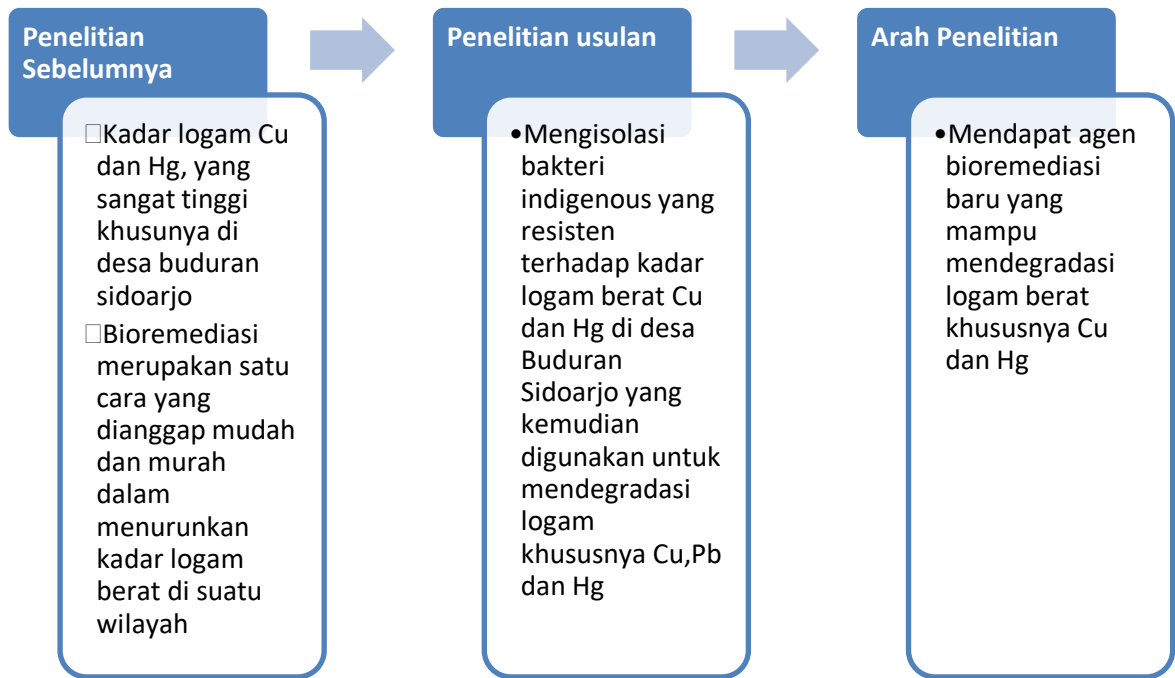
1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan membawa manfaat bagi :

1. Warga desa Sawohan : mendapatkan Informasi akan kadar logam Cu,Pb,Hg di area mangrove Desa Sawohan Kecamatan Buduran Sidoarjo.
2. Instansi Pendidikan : Dapat mengeksplorasi lebih jauh berbagai jenis bakteri indigenous potensial dalam mereduksi kadar logam berat Cu, Pb dan Hg di lingkungan serta memberikan informasi mengenai kadar logam Cu, Pb dan Hg di sekitar area mangrove Desa Sawohan Kecamatan Buduran Sidoarjo.
3. Masyarakat : Hasil penelitian ini diharapkan mampu menambah informasi spesies bakteri indigenous yang mampu digunakan sebagai agen bioremediasi serta penerapannya dalam lingkungan

1.5 Peta Jalan dan Derajat Kepentingan

1.5.1 Peta Jalan



Gambar 1.1 Peta jalan Penelitian

1.5.2 Derajat Kepentingan

Derajat Kepentingan dalam penelitian ini, peneliti membuat kisaran sebesar 95% dikarenakan hasil dari penelitian ini mendapatkan spesies bakteri potensial dalam menurunkan kadar logam berat khususnya Cu, dan Hg. Dalam hal ini jika berhasil dilakukan dengan baik maka bisa membantu permasalahan lingkungan akibat pencemaran sekaligus membantu peternak udang di wilayah tersebut agar terhindar dari kematian akibat kadar logam berat diatas ambang bata.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Hutan Mangrove

Mangrove adalah tanaman pepohonan atau komunitas tanaman yang hidup di antara laut dan daratan yang dipengaruhi oleh pasang surut (Romimohtarto and Juwana, 2001). Hutan mangrove merupakan tipe hutan tropika dan subtropika yang khas, tumbuh di sepanjang pantai atau muara sungai yang dipengaruhi oleh pasang surut air laut. Mangrove banyak di jumpai di wilayah pesisir yang terlindung dari gempuran ombak dan daerah yang landai. Mangrove tumbuh optimal di wilayah pesisir yang memiliki muara sungai besar dan delta yang aliran airnya banyak mengandung lumpur. Sedangkan di wilayah pesisir yang tidak bermuara sungai, pertumbuhan vegetasi mangrove tidak optimal. Mangrove sulit tumbuh di wilayah pesisir yang terjal dan berombak besar dengan arus pasang surut kuat, karena kondisi ini tidak memungkinkan terjadinya pengendapan lumpur yang diperlukan sebagai substrat bagi pertumbuhannya (Dahuri, 2003). Faktor lingkungan yang sangat mempengaruhi komunitas mangrove, yaitu salinitas, suhu, pH, oksigen terlarut, arus, kekeruhan, dan substrat dasar.

Mangrove memiliki ciri-ciri tertentu yang membedakannya dengan vegetasi hutan lainya. Perbedaan hutan mangrove dengan vegetasi hutan lainya berupa (1) memiliki jenis pohon yang relatif sedikit, (2) memiliki akar tidak beraturan (*pneumatofora*) misalnya seperti jangkar melengkung dan menjulang pada bakau (*Rhizophora spp*) serta akar yang mencuat vertikal seperti pensil pada pidada (*Sonneratia spp*) dan jenis api-api (*Avicennia spp*), (3) memiliki biji (*propagul*) yang bersifat vivipar atau dapat berkecambah dipohonnya, khususnya pada *Rhizophora spp* dan (4) memiliki banyak lentisel pada bagian kulit pohon (LPP Mangrove Indonesia, 2008).

Ekosistem mangrove memiliki berbagai fungsi penting bagi kehidupan. Menurut LPP Mangrove Indonesia (2008), fungsi hutan mangrove dapat dipandang dari beberapa aspek biologi, aspek fisika dan aspek ekonomi. Ditinjau dari aspek biologi, hutan mangrove memiliki fungsi sebagai (1) tempat pemijahan (*spawning ground*) dan pertumbuhan pasca larva (*nursery ground*) komoditi perikanan bernilai ekonomis tinggi (ikan, kepiting, udang dan kerang), (2) perlindungan berbagai jenis satwa liar seperti monyet, biawak, buaya, dan burung dan (3) penyerapan karbon dan penghasil oksigen yang sangat berguna bagi peningkatan kualitas lingkungan hidup, (4) tempat terdapatnya sumber makanan dan unsurunsur

hara. Daun mangrove berfungsi sebagai sumber bahan organik dan sumber pakan konsumen pertama yaitu pakan cacing, kepiting dan golongan kerang dan keong yang selanjutnya menjadi sumber makanan bagi konsumen di atasnya sesuai siklus rantai makanan dalam suatu ekosistem.

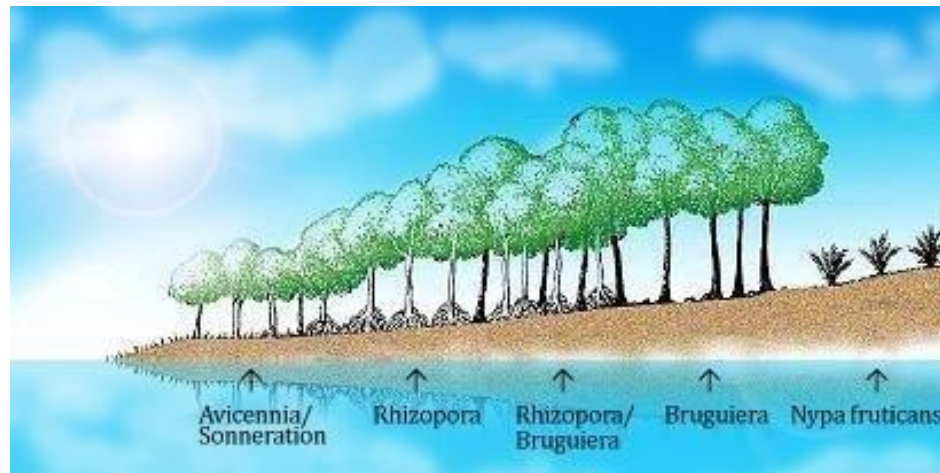
Ditinjau dari aspek fisika hutan mangrove memiliki fungsi sebagai (1) pembangunan lahan dan pengendapan lumpur sehingga dapat memperluas daratan, (2) menjaga garis pantai agar tetap stabil, perlindungan pantai dari abrasi akibat gelombang ombak, arus, banjir akibat laut pasang dan terpaan angin, (3) pencegahan intrusi air laut ke daratan, dan (4) pengelolah limbah organik dan perangkap zat-zat pencemar (*pollutant trap*) baik di udara maupun di rawa dan pantai seperti CO₂.

Ditinjau dari aspek ekonomi hutan mangrove memiliki fungsi sebagai (1) bahan bakar berupa kayu bakar dan arang, (2) bahan bangunan berupa kayu bangunan, tiang dan pagar, (3) alat penangkap ikan berupa tiang sero, bubu, pelampung dan bagan, (4) makanan, minuman, alkohol dan obat-obatan, (5) bahan baku *pulp* dan kertas, (6) bahan baku untuk membuat alat-alat rumah tangga dan kerajinan, (7) pariwisata. Vegetasi mangrove yang dijadikan sebagai bahan obatobatan berupa daun *Bruguiera sexangula* (Lour) untuk obat penghambat tumor, *Ceriops tagal* (Pers) dan *Xylocarpus mollucensis* (Lamk) untuk obat sakit gigi. Daun nipa dapat digunakan sebagai bahan baku untuk pembuatan atap rumah; tannin yang dihasilkan mangrove berfungsi sebagai bahan baku pembuatan tinta, plastik, lem dan pengawet.

Menurut Arief (2003), pembagian zonasi dapat dilakukan berdasarkan jenis vegetasi yang mendominasi yaitu sebagai berikut:

- 1) Zona *Avicennia*, terletak pada lapisan paling luar dari hutan mangrove. Pada zona ini, tanah berlumpur lembek dan berkadar garam tinggi. Jenis *Avicennia* banyak ditemui berasosiasi dengan *Sonneratia* Spp, jenis ini memiliki perakaran yang sangat kuat yang dapat bertahan dari hempasan ombak laut. Zona ini juga merupakan zona perintis atau pioner, karena terjadinya penimbunan sedimen tanah akibat cengkeraman perakaran tumbuhan jenis-jenis ini.
- 2) Zona *Rhizophora*, terletak dibelakang zona *Avicennia* dan *Sonneratia*. Pada zona ini, tanah berlumpur lembek dengan kadar garam lebih rendah. Perakaran tanaman tetap terendam selama air laut pasang.
- 3) Zona *Bruguiera*, terletak dibelakang zona *Rhizophora*. Pada zona ini tanah berlumpur agak keras. Perakaran tanaman lebih peka serta hanya terendam pasang naik dua kali sebulan.

- 4) Zona *Nypah*, yaitu zona pembatas antara daratan dan lautan, namun zona ini sebenarnya tidak harus ada, kecuali jika terdapat air tawar yang mengalir (sungai) ke laut.



Gambar 2.1 Pola Zonasi Mangrove (Bengen, 2002)

Menurut Bengen dan Dutton (2004) dalam Northcote dan Hartman (2004) zonasi mangrove dipengaruhi oleh salinitas, toleransi terhadap ombak dan angin, toleransi terhadap lumpur (keadaan tanah), frekuensi tergenang oleh air laut. Zonasi yang menggambarkan tahapan suksesi yang sejalan dengan perubahan tempat tumbuh. Perubahan tempat tumbuh sangat bersifat dinamis yang disebabkan oleh laju pengendapan atau pengikisan. Daya adaptasi tiap jenis akan menentukan komposisi jenis tiap zonasi. Ciri khusus habitat vegetasi mangrove adalah keadaan tanah yang berlumpur atau berpasir, salinitas, penggenangan, pasang surut, dan kandungan oksigen tanah. Vegetasi mangrove akan beradaptasi melalui perubahan dan ciri khusus fisiologi, morfologis, fenologi, fisiognomi, dan komposisi struktur vegetasinya. Ekosistem hutan mangrove dengan sifatnya yang khas dan kompleks menyebabkan hanya organisme tertentu saja yang mampu bertahan dan berkembang.

Adaptasi pohon mangrove terhadap keadaan tanah (lumpur) dan kekurangan oksigen dalam tanah adalah pembentukan morfologi sistem perakaran yang berfungsi sebagai akar nafas (*Pneumatofora*) dan penunjang tegaknya pohon. Menurut Bengen (2004), ada empat bentuk sistem perakaran pada hutan mangrove, yaitu; Akar lutut, seperti yang terdapat pada *Bruguiera* spp; Akar cakar ayam, seperti yang terdapat pada *Sonneratia* spp, *Avicennia* spp, dan kadangkadang *Xylocarpus moluccensis*; Akar tongkat/penyangga, seperti yang terdapat pada *Rhizophora* spp; dan Akar papan seperti yang terdapat pada *Ceriops* spp.

2.2 Logam Berat

Logam berat yaitu unsur yang mempunyai nomor atom 22-23 dan 40-50 serta unsur golongan laktanida dan aktinida, dan mempunyai respon biokimia yang khas (spesifik) pada organisme hidup. Penggunaan logam berat dalam berbagai kegiatan sehari-hari secara langsung maupun tidak langsung, baik sengaja maupun tidak di sengaja, telah mencemari lingkungan sebagai limbah. Logam-logam berat yang berbahaya dan sering mencemari lingkungan antara lain merkuri (Hg), timbal (Pb), arsen (As), kadmium (Cd), kromium (Cr), dan nikel (Ni). Logam-logam tersebut diketahui dapat terakumulasi dalam tubuh suatu organisme sebagai racun (Kusmana, 2009).

Menurut (Arisandy et al. 2012) Logam berdasarkan toksisitasnya dibagi menjadi tiga kelompok, yaitu:

- a) Toksisitas tinggi, contohnya merkuri (Hg), kadmium (Cd), timbal (Pb), arsen (As), tembaga (Cu), dan seng (Zn).
- b) Toksisitas sedang, contohnya kromium (Cr), nikel (Ni), dan kobalt (Co).
- c) Toksisitas rendah, contohnya mangan (Mn) dan besi (Fe).

Konsentrasi logam berat yang tinggi akan menyebabkan kerusakan lingkungan dan meningkatkan daya toksisitas, persistan dan bioakumulasi logam itu sendiri. Secara umum, logam berat untuk pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan dibagi menjadi dua yaitu logam esensial dan non esensial. (Cu) dan (Zn) merupakan logam yang termasuk esensial, sedangkan (Pb) merupakan logam non esensial bagi tumbuhan (Hamzah & Setiawan 2010).

Faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat toksisitas logam berat antara lain suhu, salinitas, pH, dan kesadahan. Penurunan pH dan salinitas perairan menyebabkan toksisitas logam berat semakin besar. Peningkatan suhu menyebabkan toksisitas logam berat meningkat, sedangkan kesadahan yang tinggi dapat mengurangi toksisitas logam berat, karena logam berat dalam air dengan kesadahan tinggi membentuk senyawa kompleks yang mengendap dalam air.

Logam berat secara langsung maupun tidak langsung dapat membahayakan manusia seperti timbal (Pb) dengan mengkonsumsi biota perairan yang terakumulasi, sehingga dapat mengakibatkan penghambatan sistem pembentukan hemoglobin (Hb). Adapun jumlah timbal (Pb) yang diserap oleh tubuh hanya sedikit, logam ini ternyata menjadi sangat berbahaya. Hal ini disebabkan senyawa-senyawa Timbal (Pb) dapat memberikan efek racun terhadap banyak organ yang terdapat dalam tubuh manusia (Astuti et al. 2016).

2.2.1 Logam berat Cu

Tembaga (Cu) adalah logam dengan nomor atom 29, massa atom 63,546, titik lebur 1083 °C, titik didih 2310 °C, jari-jari atom 1,173 Å dan jari-jari ion Cu²⁺ 0,96 Å. Tembaga adalah logam transisi (golongan I B) yang berwarna kemerahan, mudah regang dan mudah ditempa. Tembaga bersifat racun bagi makhluk hidup (Kundari *et al.* 2008).

Logam Cu dapat masuk ke dalam semua strata lingkungan, apakah itu pada strata perairan, tanah ataupun udara (lapisan atmosfer). Tembaga yang masuk ke dalam strata lingkungan dapat datang dari bermacam-macam sumber. Tetapi sumber-sumber masukan logam Cu ke dalam strata lingkungan yang umum dan diduga paling banyak adalah dari kegiatan-kegiatan perindustrian, kegiatan rumah tangga dan dari pembakaran serta mobilitas bahan-bahan bakar (Murínová & Dercová 2014).

Logam Cu yang masuk ke dalam tatanan lingkungan perairan dapat terjadi secara alamiah maupun sebagai efek samping dari kegiatan manusia. Secara alamiah Cu masuk ke dalam perairan dari peristiwa erosi, pengikisan batuan ataupun dari atmosfer yang dibawa turun oleh air hujan. Sedangkan dari aktifitas manusia seperti kegiatan industri, pertambangan Cu, maupun industri galangan kapal beserta kegiatan di pelabuhan merupakan salah satu jalur yang mempercepat terjadinya peningkatan kelarutan Cu dalam perairan (Murínová & Dercová 2014)

Logam Cu termasuk logam berat esensial, jadi meskipun beracun tetapi sangat dibutuhkan manusia dalam jumlah yang kecil. Toksisitas yang dimiliki Cu baru akan bekerja bila telah masuk ke dalam tubuh organisme dalam jumlah yang besar atau melebihi nilai toleransi organisme terkait (Murínová & Dercová 2014)

Cu merupakan logam esensial yang jika berada dalam konsentrasi rendah dapat merangsang pertumbuhan organisme sedangkan dalam konsentrasi yang tinggi dapat menjadi penghambat. Menurut Murínová & Dercová (2014) dinyatakan bahwa biota perairan sangat peka terhadap kelebihan Cu dalam perairan sebagai tempat hidupnya. Konsentrasi Cu terlarut yang mencapai 0,01 ppm akan menyebabkan kematian bagi fitoplankton. Dalam tenggang waktu 96 jam biota yang tergolong dalam Mollusca akan mengalami kematian bila Cu yang terlarut dalam badan air berada pada kisaran 0,16 sampai 0,5 ppm.

Tembaga adalah logam yang secara jelas mengalami proses akumulasi dalam tubuh hewan seiring dengan pertambahan umurnya, dan ginjal merupakan bagian tubuh ikan yang paling banyak terdapat

akumulasi Tembaga. Paparan Tembaga dalam waktu yang lama pada manusia akan menyebabkan terjadinya akumulasi bahan-bahan kimia dalam tubuh manusia yang dalam periode waktu tertentu akan menyebabkan munculnya efek yang merugikan kesehatan penduduk (Widowati, 2008).

Gejala yang timbul pada manusia yang keracunan Cu akut adalah: mual, muntah, sakit perut, hemolisis, netrofisis, kejang, dan akhirnya mati. Pada keracunan kronis, Cu tertimbun dalam hati dan menyebabkan hemolisis. Hemolisis terjadi karena tertimbunnya H_2O_2 dalam sel darah merah sehingga terjadi oksidasi dari lapisan sel yang mengakibatkan sel menjadi pecah. Defisiensi suhu dapat menyebabkan anemia dan pertumbuhan terhambat (Darmono, 2005).

2.2.2 Logam berat Hg

Dalam tabel periodik, unsur air raksa atau merkuri (Hg) mempunyai nomor atom (NA) 80 dan termasuk dalam unsur golongan II B. Logam merkuri atau air raksa mempunyai densitas lebih besar dari 5 gr/cm^3 . Di antara semua unsur logam, merkuri menduduki urutan pertama paling beracun dibandingkan dengan kadmium (Cd), perak (Ag), Nikel (Ni), Timbal (Pb), Aksen (AS), Kromium (Cr), Timah (Sn), dan Seng (Zn) (Sikun, 2009). Komponen merkuri banyak tersebar di karang, tanah, udara, air dan organisme hidup melalui proses fisika, kimia, dan biologis yang kompleks (Sudarmaji, 2006).

Logam merkuri (Hg) adalah salah satu trace element yang mempunyai sifat cair pada temperatur ruang dengan spesifik gravity dan daya hantar listrik yang tinggi. Karena sifat-sifat tersebut, merkuri banyak digunakan baik dalam kegiatan perindustrian maupun laboratorium. Menurut Sudarmaji (2006) Karakteristik logam berat merkuri (Hg) adalah:

- a) Sifatnya yaitu merupakan cairan logam; Berwarna abu-abu dan tidak berbau serta memiliki kerapatan relatif sebesar 13,5 (air=1);
- b) Kelarutan berupa larut dalam asam nitrat, asam sulfuric panas dan lipid. Tidak larutan dalam air, alkohol, eter, asam hidrokksida, hidrogen bromida dan hydrogen iodide;
- c) Titik bekunya adalah $38,87^\circ\text{C}$;
- d) Titik didihnya adalah $356,90^\circ\text{C}$;
- e) Berat jenis nya 13.55 gr/cm^3 ;
- f) Berat atom nya 200,6.

Lingkungan yang tercemar oleh merkuri dapat membahayakan kehidupan manusia melalui rantai makanan. Merkuri terakumulasi dalam mikro-organisme

yang hidup di air (sungai, danau, dan laut) melalui proses metabolisme (Widhiyatna, 2005). Bahan-bahan yang mengandung merkuri yang terbuang ke dalam sungai atau laut dimakan oleh mikro-organisme dan secara kimiawi berubah menjadi senyawa methyl-merkuri. Mikroorganisme dimakan ikan sehingga methyl-merkuri terakumulasi dalam jaringan tubuh ikan. Ikan kecil menjadi rantai makanan ikan besar dan akhirnya dikonsumsi oleh manusia (Belami et al. 2014). Adanya logam berat di perairan dan darat dapat berbahaya baik secara langsung terhadap organisme, maupun efek secara tidak langsung terhadap kesehatan manusia. Hal ini berkaitan dengan sifat-sifat logam berat yaitu: 1) sulit didegradasi, sehingga mudah terakumulasi dalam lingkungan perairan dan keberadaannya secara alami sulit terurai (dihilangkan), 2) dapat terakumulasi dalam organisme termasuk dalam organisme kerang dan ikan, dan akan membahayakan kesehatan manusia yang mengonsumsi organisme tersebut, 3) mudah terakumulasi di sedimen, sehingga konsentrasinya selalu lebih tinggi dari konsentrasi logam dalam air (Isa *et al.*, 2014).

2.3 Bioremediasi

Bioremediasi merupakan suatu metode revitalisasi sebuah lahan dengan memanfaatkan kemampuan mikroorganisme untuk mereduksi polutan di lingkungan menjadi produk akhir yang tidak berbahaya. Bioremediasi mencakup semua proses biotransformasi suatu lingkungan yang telah berubah oleh kontaminan, seperti herbisida, insektisida, bahan kimia pembersih, bahan kimia yang digunakan dalam rantai makanan dan logam berat agar kembali pada kondisi aslinya. Dalam proses bioremediasi terdapat variasi yang digunakan, namun, prinsipnya sama, yaitu menggunakan mikroorganisme atau enzim mereka. Enzim-enzim yang dihasilkan memungkinkan dapat distimulasi dengan penambahan nutrisi atau optimalisasi kondisi, atau dapat disebarkan ke tanah untuk mengubah kontaminan menjadi zat yang dapat diserap dan digunakan oleh organisme autotrofik tanpa efek toksik pada mereka (Hawumbawa *et al.*, 2010).

Bioremediasi telah digunakan dalam pemulihan tanah dan air tanah yang terkontaminasi melalui: (a) stimulasi aktivitas mikroorganisme asli dengan penambahan nutrisi, pengaturan kondisi redoks, mengoptimalkan kondisi pH, (b) inokulasi situs oleh mikroorganisme dengan kemampuan biotransformasi spesifik, (c) aplikasi enzim amobil, dan (d) penggunaan tanaman (fitoremediasi) untuk menghilangkan dan/atau mengubah polutan. Adapun jenis-jenis bioremediasi yaitu biostimulasi, bioaugmentasi dan bioremediasi intrinsik.

Biostimulasi adalah metode pemberian nutrisi dan oksigen dalam

bentuk cair atau gas yang ditambahkan ke dalam air atau tanah tercemar untuk menyediakan nutrisi bagi pertumbuhan dan aktivitas bakteri yang telah ada di lingkungan tersebut. Bioaugmentasi merupakan penambahan mikroorganisme yang mampu mendegradasi polutan ke dalam air atau tanah yang tercemar. Sedangkan bioremediasi intrinsic tergolong metode remediasi yang terjadi secara alami di lingkungan air atau tanah yang tercemar. Dengan kata lain, sudah tersedia nutrisi untuk mendukung aktivitas mikroorganisme begitu pula keberadaan mikroorganisme itu sendiri secara alami (Brooker, 2008).

2.3.1 Faktor-faktor yang berpengaruh dalam proses bioremediasi

Faktor-faktor yang mempengaruhi efektivitas proses bioremediasi adalah faktor lingkungan, fisik, dan kimia. Faktor lingkungan meliputi suhu, pH, ketersediaan oksigen, nutrisi, dan kelembapan. Faktor fisik terdiri atas ketersediaan air, kesesuaian jumlah mikroorganisme dengan senyawa pencemar, dan tersedianya akseptor yang sesuai. Sementara faktor kimia terdiri atas bentuk struktur kimia dari senyawa pencemar yang akan memengaruhi sifat fisik dan kimia pencemar tersebut.

a) Kadar Oksigen

Bakteri yang biasa digunakan untuk mendegradasi logam berat adalah bakteri aerob, yaitu bakteri yang membutuhkan oksigen dalam aktivitasnya. Oksigen dalam tanah dapat diperoleh dari proses difusi antara udara dengan tanah. Oksigen ini mudah habis terutama jika jumlah mikroorganisme yang memanfaatkan oksigen tersebut sangat banyak sedangkan proses difusi sendiri membutuhkan waktu yang lama. Keterbatasan jumlah oksigen diperkirakan dapat menjadi faktor penghambat biodegradasi logam berat di bawah tanah (Nugroho 2010). Pada proses pengolahan yang dilakukan secara aerob, pemberian oksigen (aerasi) perlu dilakukan dengan cara mengalirkan oksigen melalui pipa-pipa, pengadukan manual atau dengan alat berat (Kementerian Lingkungan Hidup, 2003). Kebutuhan oksigen juga dapat diperoleh melalui proses pengadukan dan pembalikan secara berkala yang bertujuan untuk menjaga suhu tanah tetap ideal serta untuk menghomogenitaskan campuran pada tanah (Thapa et al. 2012)

b) Kadar Air

Kondisi tanah yang lembab mengakibatkan degradasi bakteri dapat optimal karena terpenuhinya nutrient dan substrat. Kelembaban ideal bagi pertumbuhan bakteri adalah 25-28% (Thapa et al. 2012), sedangkan kelembaban optimum untuk bioremediasi tanah tercemar adalah sekitar 80% kapasitas lapang atau sekitar 15% air dari berat tanah. Ketika kelembaban tanah mencapai 70%, hal tersebut dapat mengganggu proses transfer gas oksigen secara signifikan sehingga mengurangi aktivitas aerobik. Selain itu, kadar air yang terkandung dalam tanah juga akan

mempengaruhi keberadaan dan tingkat toksisitas kontaminan, transfer gas serta pertumbuhan dan distribusi dari mikroorganisme.

c) Suhu

Suhu tanah dapat memberi efek pada aktivitas mikroorganisme dan laju biodegradasi kontaminan senyawa logam berat. Suhu optimum bagi hampir semua mikroorganisme tanah umumnya pada kisaran 10-40°C, walaupun ada beberapa yang dapat hidup hingga suhu 60°C (bakteri *termofilik*) (Retno & Mulyana 2013). Pada keadaan suhu rendah (< 5°C) maka akan memperlambat atau menghentikan proses biodegradasi (Antizar-Ladislao et al. 2007).

d) pH

Nilai pH tanah berpengaruh pada kondisi optimum mikroorganisme pendegradasi karbon. Nilai pH akan mempengaruhi kemampuan mikroorganisme untuk menjalankan fungsi-fungsi sel, transpor sel membran maupun keseimbangan reaksi yang terkatalis oleh enzim (Notodarmojo, 2005). Pertumbuhan mikroorganisme akan meningkat apabila pH berada pada kisaran 6-9.

e) Nutrient

Nutrisi merupakan faktor yang berpengaruh besar dalam sintesis dan pertumbuhan sel serta aktivitas enzim yang dihasilkan bakteri untuk mendegradasi polutan. Penambahan nutrisi juga diketahui dapat mempercepat pertumbuhan mikroba lokal yang terdapat pada daerah tercemar (Komarawidjaja & Belakang 2009). Beberapa nutrisi penting yang dibutuhkan mikroorganisme adalah karbon, nitrogen, dan fosfor (Wulan et al. 2020).

Nutrisi yang paling sering ditambahkan untuk bioremediasi adalah nitrogen. Nitrogen biasanya ditambahkan sebagai sumber nitrogen untuk pertumbuhan sel, tetapi juga dapat berfungsi sebagai akseptor elektron alternatif. Sebagai sumber nutrisi, nitrogen biasanya ditambahkan dalam bentuk urea atau garam amonia. Kandungan unsur N yang tinggi akan meningkatkan emisi dari nitrogen sebagai amonium sehingga dapat menghalangi perkembangbiakan dari bakteri. Sebaliknya jika kandungan unsur N relatif rendah maka akan menyebabkan proses degradasi berlangsung lebih lambat karena nitrogen akan menjadi faktor penghambat (*growth-rate limiting factor*). Untuk mengatasi keterbatasan nitrogen dan fosfor di dalam tanah dapat diatasi dengan penambahan pupuk NPK, garam amonium dan garam fosfat (Nugroho 2010).

2.4 Bakteri Indigenus

Bakteri indigenus merupakan kelompok bakteri asli yang mendiami suatu lingkungan tertentu serta mampu beradaptasi dengan memanfaatkan berbagai nutrisi yang ada dan mengkonversinya menjadi sumber energi untuk tumbuh dan bereproduksi

(Yasid 2014). Kelompok bakteri ini mayoritas dicari dan dipergunakan sebagai komponen bioremediator suatu lahan yang tercemar ataupun suatu bahan yang bersifat resistan dan sulit untuk terdegradasi.

Secara umum ada beberapa cara mikroba untuk mengurangi bahaya pencemaran logam berat yaitu: detoksifikasi (biopresipitasi), *biohidrometalurgi*, *bioleaching*, dan bioakumulasi. Pada saat logam berat di suspensikan (*mixing*) dengan suatu isolat mikroba, maka akan terbentuk suatu ligand kompleks yang bervariasi. Ada dua fase pengikatan logam berat oleh bakteri, yaitu fase pengikatan dan transport aktif. Fase pengikatan terjadi di dinding sel dan fase transport aktif terjadi di bagian internal sel. Beberapa bakteri telah diuji dan telah diketahui bahwa memiliki potensi untuk melakukan bioremediasi terhadap logam berat dengan cara melakukan degradasi logam. Adapun beberapa bakteri yang dapat mengikat logam berat adalah *Thiobacillus ferrooxidans*, *Bacillus cereus*, *Oogloea sp.*, *Citrobacter sp.*, *Micrococcus*, *Corynebacterium*, *Phenylobacterium*, *Enhydrobacter*, (Wulan et al. 2020).

2.4.1 Mekanisme reduksi logam berat oleh bakteri indigenus

Mikroorganisme sangat penting dalam proses remediasi lingkungan yang terkontaminasi logam berat karena mereka memiliki berbagai cara untuk menahan toksisitas logam. Eksploitasi mikroorganisme untuk menyerap, mengendapkan, atau mengubah keadaan oksidasi berbagai logam berat telah dipelajari secara luas dan telah terbukti efektif dalam mereduksi logam berat di lingkungan. Bioremediasi logam berat akan berhasil jika konsorsium strain bakteri digunakan daripada menggunakan kultur strain tunggal. Dalam studi (Chipasa 2003), mencoba menguji efek sinergis campuran bakteri pada bioremediasi campuran Pb, Cd dan Cu dari tanah terkontaminasi menggunakan empat strain: *Viridibacillus arenosi* B-21, *Sporosarcina soli* B-22, *Enterobacter cloacae* KJ-46 dan *E. cloacae* KJ-47 dan memperoleh hasil bahwa campuran bakteri memiliki ketahanan dan efisiensi yang lebih besar untuk remediasi logam berat dibandingkan dengan menggunakan kultur strain tunggal setelah 48 jam dengan efisiensi remediasi 98,3% untuk Pb, 85,4% untuk Cd dan 5,6% untuk Cu yang tercatat. Mekanisme berikut digunakan untuk bioremediasi secara mikrobial:

- a) Sekuestrasi logam beracun oleh komponen dinding sel atau oleh protein pengikat logam intraseluler dan peptida seperti metallothionein (MT) dan fitokhelatin serta senyawa seperti siderofor bakteri yang sebagian besar katekolat, dibandingkan dengan jamur yang menghasilkan siderofor hidroksamat.
- b) Perubahan jalur biokimia untuk memblokir penyerapan logam.
- c) Konversi logam menjadi bentuk yang tidak berbahaya oleh enzim.

- d) Pengurangan konsentrasi logam intraseluler menggunakan sistem efflux yang tepat.

Mekanisme bakteri dalam mereduksi logam berat di lingkungan terdiri dari (Kurniawan & Ekowati 2016):

- **Biosorpsi**

Remediasi cemaran logam berat yang dilakukan oleh mikroorganisme bertujuan untuk menghilangkan atau menurunkan mobilitas logam dan toksisitasnya, salah satunya melalui mekanisme biosorpsi (Rani, G.; Yadav, L.; Kalidhar 2009). Biosorpsi dapat diartikan sebagai proses penghilangan logam dari suatu larutan dengan menggunakan bahan biologis (Gelagutashvili 2013). Biosorpsi juga dapat diartikan sebagai suatu proses penghilangan logam berat melalui pengikatan pasif ke biomassa tidak hidup dari suatu larutan dan mekanisme reduksi ini tidak dikendalikan secara metabolik. Biosorpsi merupakan proses penyerapan logam secara pasif oleh sel mikroorganisme, biasanya adalah hasil dari formasi organik kompleks-logam dengan penyusun dinding sel mikroorganisme, kapsul, atau polimer ekstraseluler yang disintesis dan diekresikan oleh mikroorganisme tersebut. Hal ini berbeda dengan bioakumulasi yang dideskripsikan sebagai suatu proses aktif penghilangan logam berat yang membutuhkan aktivitas organisme hidup dan energi dibutuhkan di dalam proses penyerapan kation metalik (Gavrilescu 2004).

Proses biosorpsi melibatkan fase padatan (*sorbent* atau *biosorbent*; materi biologis) dan fase cairan (*solvent*, pada umumnya berupa) yang mengandung bahan-bahan tidak larut yang akan diserap (*sorbate*, ion logam) (Das et al. 2008). Berdasarkan ketergantungannya pada metabolisme, mekanisme biosorpsi dapat dikelompokkan menjadi mekanisme yang bergantung metabolisme (*metabolism dependent mechanisms*) dan mekanisme yang tidak bergantung dengan metabolisme (*metabolism-independent mechanisms*) (Pagnanelli et al. 2000).

Pengikatan logam tidak bergantung metabolisme (*metabolism-independent metal binding*) ke dinding sel dan permukaan eksternal hanya terjadi pada biosorpsi yang melibatkan biomassa tidak hidup (*non-living biomass*). Sedangkan pada *metabolism-independent metal binding* melibatkan proses adsorpsi seperti ionik, kimiawi, dan fisik oleh grup fungsional dinding sel biomassa. Biosorben memiliki berbagai sisi fungsional seperti karboksil imidazole sulfidril (thiol), amino, fosfat, sulfat, thioether, fenol, karbonil (keton), amida, gugus hidroksil, fosfonat, dan fosfodiester yang memiliki potensi (Javanbakht et al. 2014). Interaksi pasif dinding sel dengan ion logam dalam proses biosorpsi juga melibatkan makromolekul seperti lipid, protein, dan polisakarida yang terdapat pada permukaan dinding sel (Chipasa 2003).

Mekanisme biosorpsi merupakan proses kompleks yang dipengaruhi oleh

beberapa faktor antara lain status biomassa (hidup atau tidak hidup, komposisi dinding sel), tipe biomaterial, sifat kimia larutan logam, serta kondisi lingkungan seperti pH, oksigen terlarut, suhu, dosis biosorben, dan konsentrasi tinggi dari logam yang tidak berbahaya seperti sodium, kalsium, dan magnesium (Hansda et al. 2015).

- **Bioakumulasi**

Suatu organisme memiliki kapasitas untuk mengakumulasi logam berat lebih tinggi dibandingkan konsentrasi yang biasanya terdapat di lingkungan. Proses akumulasi ini dapat dikelompokkan menjadi biokonsentrasi dan bioakumulasi. Biokonsentrasi merupakan peningkatan secara langsung konsentrasi polutan sewaktu berpindah dari lingkungan ke suatu organisme. Sedangkan bioakumulasi adalah spesifik untuk organisme hewan dan merupakan manifestasi dari absorpsi polutan secara langsung yang terakumulasi melalui nutrisi yang ditambahkan (Smical et al. 2008). Bioakumulasi logam berat pada organisme hidup dideskripsikan sebagai suatu proses dan jalur migrasi polutan dari satu level trofik ke level lainnya, termasuk melalui rantai makanan sehingga dapat terakumulasi pada jaringan hingga organ dari suatu organisme pada level tertentu (Alia et al. 2015). Bioakumulasi oleh mikroorganisme dapat juga diartikan sebagai interaksi aktif antara logam berat dengan sel mikroorganisme dimana ion logam akan berpenetrasi ke dalam sel-sel mikroorganisme tersebut (Chipasa 2003).

Keberadaan logam berat berbeda pada setiap level trofik di dalam suatu ekosistem, tergantung pada karakteristik bioakumulasi logam yang terkonsentrasi. Bioakumulasi logam berat terjadi secara aktif dan dikendalikan secara metabolik oleh organisme. Sedangkan bioavailabilitas logam berat, akumulasi, dan toksisitasnya tergantung pada variabel-variabel yang terdapat di lingkungan (Arunakumara & Zhang 2007).

- **Biopresipitasi**

Secara prinsip, di dalam proses presipitasi terjadi reaksi kimiawi terhadap logam berat sehingga terbentuk presipitat tidak larut dan kemudian presipitat tersebut dipisahkan melalui proses sedimentasi atau filtrasi (Fu & Wang 2011). Presipitasi diikuti oleh proses koagulasi atau penggumpalan yang terjadi di dalam pembentukan presipitat hidroksida logam melalui penambahan bahan alkali untuk menghilangkan kation logam berat seperti Pb (II), Cd(II), Cu(II) dan Ni(II) (Dhakal et al. 2005). Di dalam biopresipitasi, pereduksian logam berat menjadi presipitat dilakukan oleh mikroorganisme dalam kondisi anaerob dimana proses ini berbeda dengan biomineralisasi yang terjadi secara aerob (Martinez et al. 2007). Biopresipitasi biasanya melibatkan bakteri pereduksi sulfat (*sulphate reducing bacteria*) yang mampu memproduksi H₂S untuk mempresipitasi logam (Foucher et al. 2001). Bakteri

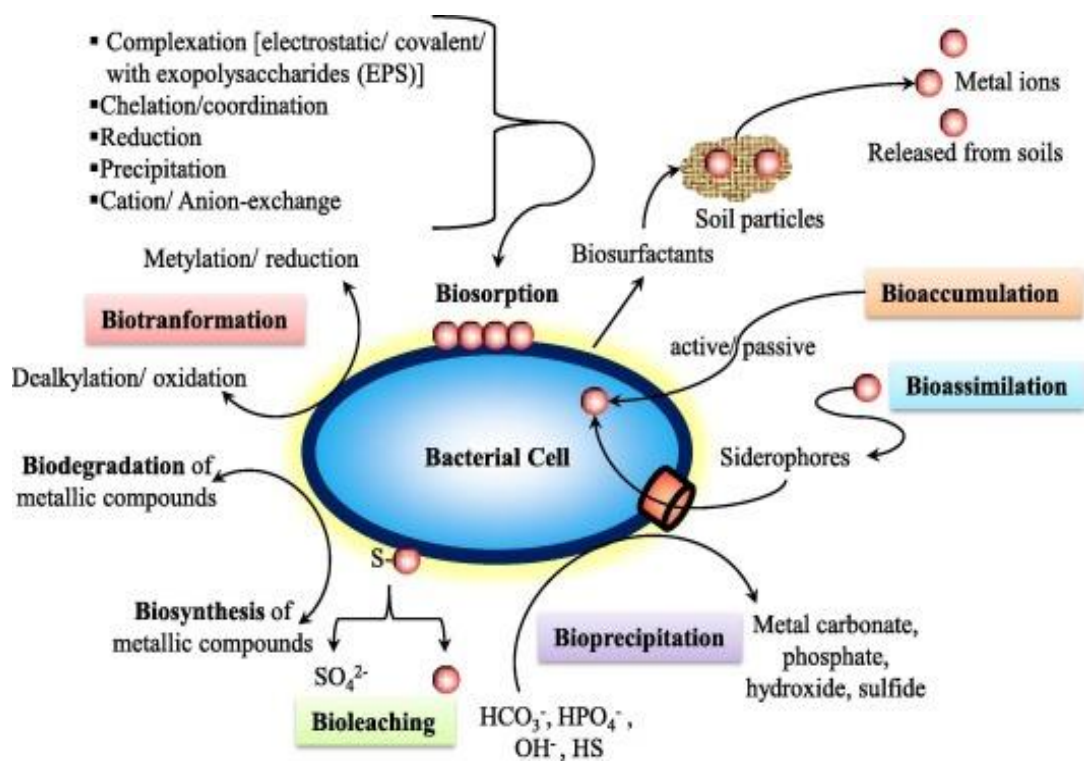
pereduksi sulfat memiliki kapasitas untuk mereduksi sulfat menjadi sulfide yang kemudian bereaksi dengan logam tertentu menjadi bentuk presipitat yang tidak larut. Selain itu, sistem asiditas direduksi oleh kationnya sendiri dari reduksi sulfat dan melalui metabolisme karbon bakteri (Cao et al. 2009).

- **Biopresipitasi**

Pereduksian toksik dari suatu lingkungan atau detoksifikasi dengan menggunakan mikroorganisme adalah salah satu pendekatan perlindungan lingkungan yang ramah lingkungan dari toksisitas yang mencemarinya. Proses bioreduksi atau bioretoksifikasi oleh mikroorganisme dapat terjadi secara langsung maupun tidak langsung. Bioreduksi secara langsung terjadi dengan melibatkan aktivitas enzimatik, sedangkan mekanisme tidak langsung melibatkan produk metabolisme (reduktan maupun oksidan) melalui reaksi reduksi oksidasi kimiawi (Wani and Ayoola 2015). Beberapa contoh proses reduksi Co^{2+} , Ni^{2+} , Cu^{2+} , dan Cd^{2+} menjadi bentuk metaliknya oleh *Saccharomyces cerevisiae* di dalam larutan buffer (Rahatgaonkar & Mahore 2008), reduksi Au(III) menjadi Au(0) menggunakan biomassa alga cokelat *Fucus vesiculosus* (Mata et al. 2009), serta reduksi Cr(VI) yang bersifat karsinogen menjadi Cr(III) oleh bakteri *Pseudomonas* sp, *Bacillus* sp, dan sebagainya adalah contoh dari mekanisme bioreduksi logam berat.

- **Bioleaching**

Bioleaching adalah suatu proses pengembalian logam dari bentuk matrik solid ke cairan yang kemudian diikuti oleh proses dekontaminasi matrik solid, berkurangnya jumlah kontaminan, serta berkurangnya paparan dan bioavailabilitas (Ohimain et al. 2009). *Bioleaching* juga didefinisikan sebagai proses pelarutan atau solubilisasi logam dari substrat padatan yang secara langsung dapat dilakukan melalui metabolisme mikroorganisme *leaching* seperti bakteri maupun secara tidak langsung yang dilakukan oleh produk metabolisme. Salah satu contoh mekanisme *bioleaching* dijelaskan Chen dan Lin (2001) dan pada proses *bioleaching*, logam berat akan mengalami proses solubilisasi, pertukaran kation, presipitasi, adsorpsi, kompleksasi, dan reaksi lainnya (Chen et al. 2005).



Gambar 2.2 Mekanisme Reduksi Logam Berat oleh Mikroorganisme (Ahemad, 2019).

2.4.2 Jenis bakteri indigenous pereduksi logam berat

Mikroba memanfaatkan logam berat dan *trace element* sebagai akseptor elektron terminal, dimana mereka memperoleh energi yang dibutuhkan untuk mendetoksifikasi logam melalui proses enzimatik dan non-enzimatik. Sel bakteri juga mampu melakukan bioakumulasi yaitu kemampuan untuk membangun ion logam berat baik dalam bentuk partikulat maupun tidak larut dan produk sampingnya. Konstituen yang paling penting dalam sel bakteri tersebut memiliki kemampuan penyerapan ion adalah eksopolisakarida (EPS). Eksopolisakarida terutama terdiri dari makromolekul organik dengan berat molekul tinggi yang dengan struktur yang kompleks seperti polisakarida bersama dengan proporsi protein dan asam uronat yang lebih kecil. Eksopolisakarida melindungi bakteri terhadap tekanan lingkungan seperti toksisitas logam berat, kekeringan, salinitas, dan lain sebagainya. Mikroorganisme seperti *Agrobacterium* spp., *Alcaligenes faecalis*, *Xanthomonas campestris*, *Bacillus* spp., *Zygomonas mobilis*, *Leuconostoc*, *Pseudomonas* spp. dan *Acetobacter xylinum*, telah diidentifikasi sebagai genus mikroorganisme penghasil EPS. Strategi untuk mencapai remediasi logam berat melalui EPS bakteri harus difokuskan pada pemanfaatan EPS yang tidak netral dan bermuatan negatif (EPS yang dikemas dengan gugus fungsi anionik yang melimpah) untuk dimasukkan sebagai biosorben yang sesuai. Beberapa EPS bakteri komersial dengan anionisitas yang diperlukan meliputi; alginat (*Pseudomonas aeruginosa*, *Azotobacter vinelandii*), gellan (*Sphingomonas paucimobilis*), hyaluronan (*Pseudomonas aeruginosa*, *Pasteurella multocida*,

Streptococci strain yang dilemahkan), xanthan (*Xanthomonas campestris*), galactopol (*Pseudomonas oleovorans*) dan fucopol (*Enterobacter A47*). Produksi eksopolisakarida dikaitkan dengan proses seperti produksi biofilm yang penting dalam biosorpsi dan biomineralisasi ion logam (Ojuederie and Olubukola, 2017).

Biofilm merupakan konsorsium mikroorganisme yang tertutup dalam matriks ekstraseluler polisakarida, eksudat dan detritus meskipun mereka juga dapat dibuat oleh spesies bakteri tunggal. Eksopolisakarida dapat dimodifikasi secara kimia dengan asetilasi, karboksimetilasi, metilasi, fosforilasi dan sulfonilasi yang memodifikasi aktivitas biologis EPS, sehingga meningkatkan penerapan polimer. Lebih banyak mikroorganisme penghasil EPS perlu diselidiki untuk kemampuan khelasi ion logam karena mereka mungkin menghasilkan polisakarida kuat yang kaya akan gugus anionik yang akan meningkatkan pembersihan lingkungan dari logam beracun (Ojuederie and Olubukola, 2017). Adapun jenis bakteri yang mampu mereduksi logam dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Bakteri Pereduksi Logam

Kelas Mikroorganisme	Logam Berat yang direduksi	Referensi
<i>Bacillus cereus strain XMCr-6</i>	Cr (VI)	Dong <i>et al</i> (2013)
<i>Kocuria flava</i>	Cu	Coelho <i>et al</i> (201)
<i>Rhodobacter capsulatus</i>	Zn(II)	Magnin <i>et al</i> (2014)
<i>Sporosarcina ginsengisoli</i>	As (III)	Achal <i>et al</i> (2012)
<i>Pseudomonas veronii</i>	Cd, Zn, Cu	Vullo <i>et al</i> (2008)
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Hg(II)	Yin <i>et al</i> (2016)

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan di lahan basah desa Sawohan Kecamatan Buduran yang berlokasi di daerah Sidoarjo Jawa Timur, kemudian sampel yang di peroleh akan di uji di laboratorium Mikrobiologi TLM Universitas Muhammadiyah Surabaya Penelitian diestimasi berlangsung selama 30 hari dari minggu kedua bulan Desember hingga minggu kedua bulan Januari 2023. Pemilihan lokasi berdasarkan kepadatan hutan mangrove serta kondisi perairan sekitar hutan mangrove yang diasumsikan mengalami pencemaran oleh limbah pabrik dan domestik masyarakat sekitar.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Alat yang digunakan adalah *waterbath shaker*, *laminar air flow*, lemari asam, inkubator, *autoclave* (All american 50x), *hotplate* (Labtech LMS1002), labu takar, gelas kimia, pemanas listrik, pembakar spiritus, cawan Petri ukuran standart 90 x 15 mm (Duran 11 840 71), gelas ukur, tabung reaksi, kapas, mikroskop binokuler, bulb, kaca objek, corong, jarum ose, *cool box*, botol steril, *colony counter*, kertas saring, mikropipet volume 1000 mikrolit (Watson NT-1000) dan 200 mikrolit (Watson NT-200), Erlenmeyer volume 250 ml (Duran), pipet ukur volume 10 ml (Iwaki 7000-10-C) dan 25 ml (Iwaki 7000-25-C), *volumetric flash* dengan volume 50 ml, 100 ml, 250 ml dan 1000 ml (Iwaki), pipet drop volume 3 ml (Lokal), Desikator, pinset, aluminium foil, kertas label, bolpoin, spidol, penggaris / mistar, sarung tangan, masker dan seperangkat alat tulis serta laptop.

3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan selama penelitian adalah sampel sedimen, NaCl, KCl, MgCl₂·6H₂O, MgSO₄·7H₂O, CaCl₂·2H₂O, yeast ekstrak, bakto pepton, bakto agar, aquades steril, PbNO₃, Pb(CH₃COO)₂, MR-VP Broth, Nutrient Agar, glukosa, medium SIM, medium NA, medium urea broth, crystal violet, lugol iodine, safranin, etanol (C₂H₅OH), NaCl fis, larutan induk timbal (Pb), larutan induk tembaga (Cu) dan larutan induk raksa (Hg).

3.3 Cara Kerja

3.3.1 Pengambilan Sampel

Daerah pengambilan sampel terletak di tiga titik yaitu titik dekat lokasi tambak, titik dekat dengan aliran pembuangan limbah domestik dan titik tengah hutan mangrove. Pengambilan sampel dilakukan secara *purposive sampling* yang diperkirakan mengandung logam berat tembaga (Cu), raksa (Hg) dan timbal (Pb). Sedimen diambil dengan menggunakan botol kaca gelap steril yang dimasukkan ke dalam kolom air hingga mencapai sistem perakaran tanaman mangrove. Selanjutnya botol ditarik setelah mencapai volume $\frac{1}{4}$ dari volume botol. Kemudian botol steril ditutup pada posisi masih di dalam sedimen.

3.3.2 Isolasi sampel

Menurut (Yuniarti dkk, 2002) isolasi mikroba pengakumulasi logam berat dilakukan dengan cara endapan sedimen yang diambil dari lokasi yang terdiri dari tiga titik masing-masing 10 g disuspensikan dalam larutan glukosa 0,5% 90 ml. Suspensi endapan sedimen diinkunasi di *shaker incubator* selama 2 jam dengan kecepatan 1500 rpm, kemudian diencerkan hingga 10⁶ kali. Hasil pengenceran dikocok dengan vortex dan 100 μ l suspensi diinokulasikan pada cawan Petri berisi medium NA (*Nutrient Agar*), kemudian diinkubasi ke dalam Inkubator dengan suhu 37°C, selama 2 hari. Koloni yang tumbuh diremajakan pada medium agar NA sebanyak dua ulangan, dan diinkubasi kembali seperti kondisi semula. Setelah koloni tumbuh dan berdiameter 2-4 mm bakteri diinokulasikan pada medium NA (*Nutrient Agar*) yang ditambahkan logam berat tembaga, raksa dan timbal dengan konsentrasi berbeda yaitu 100, 250, 350 dan 500 ppm di permukaan, kemudian biakan diinkubasi kembali pada kondisi yang sama, di ruang gelap selama 2 hari. Sebagai kontrol digunakan media yang tidak mengandung logam berat untuk mengoreksi tidak tampaknya koloni disebabkan oleh tidak tahannya mikroba terhadap logam berat atau koloni tidak terambil.

Pewarnaan Gram dilakukan dengan preparat ulas ditetesi larutan Kristal violet sebanyak 2-3 tetes dan didiamkan selama 1 menit, kemudian dicuci dengan air mengalir. *Gram's Iodine Mordant* (*Emerck*) diteteskkan sebanyak 2-3 tetes di atas permukaan preparat lalu didiamkan selama 1 menit, kemudian dicuci dengan air mengalir. Selanjutnya preparat ditetesi etil alkohol 95% setetes demi setetes sampai kristal violet tercuci. Kemudian dicuci dengan air mengalir kembali. Berikutnya preparat ditetesi safranin selama 45 detik dan dicuci dengan air mengalir, kemudian dikeringkan dan diamati dengan mikroskop. Pewarnaan endospora dilakukan dengan cara preparat ulas ditempatkan pada rak pewarna. Preparat ulas ditutup penuh dengan kertas saring. Kemudian zat warna hijau malakit diteteskkan dengan pipet Pasteur ke permukaan kertas saring secara merata dan selanjutnya dipanaskan selama 5 menit dan

dinginkan. Setelah preparat dingin, kertas saring dibuang dan preparat dibilas dengan air yang mengalir dan dikeringanginkan. Kemudian preparat diwarnai dengan safranin selama 1 menit dan dibilas dengan air yang mengalir dan dikeringanginkan. Preparat diamati di bawah mikroskop dengan pembesaran 1000x dengan minyak imersi yang ditetaskan di luar atas kaca penutup.

3.3.3 Uji kemampuan degradasi logam berat

Setelah dikarakterisasi, bakteri tersebut diuji kemampuan akumulasinya dalam menurunkan jumlah konsentrasi logam tembaga, raksa dan timbal dengan cara 1 ose isolat bakteri masing-masing diinokulasikan kedalam medium cair NB (*Nutrient Broth*) yang diperkaya dengan tembaga sulfat (CuSO_4), Raksa(II) klorida (HgCl_2) dan PbNO_3 0.3996 gr/L dengan konsentrasi 100,250, 350 dan 500 ppm kedalam erlenmeyer, kemudian dihomogenkan dengan menggunakan vortex mixer selama 5 menit dan diinkubasi kedalam inkubator selama 2 x 24 jam pada suhu 37°C. isolat yang tumbuh pada media tersebut kemudian disentrifugasi kembali dengan menggunakan centrifuge dengan kecepatan 10.000 rpm selama 5 menit untuk mendapatkan supernatan cairan, selanjutnya supernatan yang dihasilkan diukur absorbansinya menggunakan SSA (*Spektrophotometer Serapan Atom*).

3.4 Analisis Data

Analisis data jenis bakteri indigenous menggunakan buku *Bergey's Manual of Determinative of Microorganism, edisi ke-9* dan data degradasi logam berat menggunakan analisis statistic, dimana analisis ini memiliki beberapa langkah. Langkah pertama dilakukan adalah uji normalitas. Apabila data berdistribusi normal ($\alpha > 0,05$) maka dilanjutkan dengan uji homogenitas. Apabila data bersifat homogen maka dilakukan uji *anova one way* untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan kemampuan degradasi Cu, Hg dan Pb oleh bakteri indigenous.

Apabila data tidak berdistribusi normal maka dilakukan uji *Kruskal Wallis*, jika nilai signifikannya lebih dari 0,05, maka hipotesis H_0 diterima, yang artinya bakteri indigenous tidak mampu mereduksi logam berat Cu, Hg dan Pb. Sedangkan jika nilai signifikannya lebih kecil dari 0,05, maka hipotesis H_1 diterima, yang artinya bakteri indigenous mampu mereduksi logam berat Cu, Hg dan Pb. Semua analisis menggunakan SPSS v20

BAB IV
LUARAN DAN TARGET CAPAIAN

4.1 Luaran Penelitian

1. Publikasi ilmiah pada jurnal nasional terakreditasi SINTA, dengan minimal jurnal nasional terakreditasi SINTA 3 yaitu pada jurnal: Jurnal Ilmiah Biologi (BIOMA), link: <http://journal.upgris.ac.id/index.php/bioma/index>
2. Mendapatkan HaKI yaitu berupa Hak Cipta Intelektual.
3. Dapat memberikan manfaat kepada penelitian selanjutnya (as starter away).
4. Laporan Akhir

4.2 Target Capaian

Tabel 4.1 Target Capaian Penelitian

Pelaksanaan Penelitian	Target Capaian
Isolasi dan identifikasi bakteri indegenus dari sampel tanah	Didapatkan bakteri indegenus yang berpotensi sebagai agen bioremediasi logam berat
Uji kemampuan degradasi logam berat dari sampel bakteri indegenus yang telah didapatkan dan analisis data	Diketahui seberapa besar potensi dari bakteri indegenus dalam mendegradasi logam berat (Cu dan Hg)

BAB V
BIAYA DAN JADWAL PENELITIAN

5.1 Biaya Penelitian

Anggaran biaya untuk pelaksanaan penelitian ini adalah sebagaimana pada tabel 4.1 berikut ini:

Tabel 5.1 Anggaran Biaya

No.	Jenis Pengeluaran	Besaran Dana (Rp)
1.	Honor Output Kegiatan	Rp 1.050.000
2.	Belanja Bahan	Rp 5.180.000
3.	Belanja Barang Non Operasional Lainnya	Rp 3.770.000
	Total Pengeluaran	Rp 10.000.000

Adapun justifikasi rekapitulasi anggaran belanja sebagaimana terlampir.

5.2 Jadwal Penelitian

Tabel 5.2 Jadwal Penelitian

No	Jenis Kegiatan	Bulan Pelaksanaan										PJ
		2022				2023						
		9	10	11	12	1	2	3	4	5		
1.	Penyusunan proposal											Semua
2.	Seminar proposal											Ketua dan Anggota 1
3.	Persiapan alat bahan											Anggota Mahasiswa 1, 2 dan 3
4.	Pengujian laboratorium											Semua
5.	Analisis data											Anggota 1
6.	Penulisan laporan											Anggota 1
7.	Publikasi Jurnal dan Media masa											Ketua

DAFTAR PUSTAKA

- Aida, R.G. et al., 2014. Produksi Serasah Mangrove di Pesisir Tangerang, Banten (Litterfall Production of Mangrove in Tangerang Coastal Area, Banten). *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia (JIPI)*, Agustus, 19(2), p.97.
- Ali, H., Khan, E. & Ilahi, I., 2019. Environmental chemistry and ecotoxicology of hazardous heavy metals: Environmental persistence, toxicity, and bioaccumulation. *Journal of Chemistry*, 2019(Cd).
- Alia, N. et al., 2015. Toxicity and bioaccumulation of heavy metals in spinach (*Spinacia oleracea*) grown in a controlled environment. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 12(7), pp.7400–7416.
- Antizar-Ladislao, B. et al., 2007. The influence of different temperature programmes on the bioremediation of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in a coal-tar contaminated soil by in-vessel composting. *Journal of Hazardous Materials*, 144(1–2), pp.340–347.
- Arisandy, K.R., Herawati, E.Y. & Suprayitno, E., 2012. Akumulasi Logam Berat Timbal (Pb) dan Gambaran Histologi pada Jaringan *Avicennia marina* (forsk.) Vierh di Perairan Pantai Jawa Timur. *Jurnal Penelitian Perikanan*, 1(1), pp.15–25.
- Arunakumara, K.K.I.U. & Zhang, X., 2007. Heavy metal bioaccumulation and toxicity with special reference to microalgae. *Journal of Ocean University of China*, 7(1), pp.60–64.
- Astuti, I., Karina, S. & Dewiyanti, I., 2016. Analisis Kandungan Logam Berat Pb pada Tiram *Crassostrea cucullata* di Pesisir Krueng Raya, Aceh Besar. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan dan Perikanan Unsyah*, 1(1), pp.104–113.
- Belami, L., Yuliati, I.M. & Sidharta, B.B.R., 2014. Pemanfaatan Purun Tikus (*Eleocharis Dulcis*) Untuk Menurunkan Kadar Merkuri (Hg) Pada Air Bekas Penambangan Emas Rakyat. *Tekno Lingkungan*, pp.1–16.
- Cao, J. ya et al., 2009. Influence of Mg²⁺ on the growth and activity of sulfate reducing bacteria. *Hydrometallurgy*, 95(1–2), pp.127–134. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.hydromet.2008.05.006>.
- Chipasa, K.B., 2003. Accumulation and fate of selected heavy metals in a biological wastewater treatment system. *Waste Management*, 23(2), pp.135–143.
- Das, N., Vimala, R. & Karthika, P., 2008. Biosorption of heavy metals - An overview. *Indian Journal of Biotechnology*, 7(2), pp.159–169.
- Dhakal, R.P., Ghimire, K.N. & Inoue, K., 2005. Adsorptive separation of heavy metals from an aquatic environment using orange waste. *Hydrometallurgy*, 79(3–4), pp.182–190.
- Foucher, S. et al., 2001. Treatment by sulfate-reducing bacteria of Chessy acid-mine drainage and metals recovery. *Chemical Engineering Science*, 56(4), pp.1639–1645.
- Fu, F. & Wang, Q., 2011. Removal of heavy metal ions from wastewaters: A review. *Journal of Environmental Management*, 92(3), pp.407–418. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2010.11.011>.
- Gavrilescu, M., 2004. Removal of heavy metals from the environment by biosorption. *Engineering in Life Sciences*, 4(3), pp.219–232.
- Gelagutashvili, E., 2013. Comparative Study on Heavy Metals Biosorption by

- Different Types of Bacteria. *Open Journal of Metal*, 03(02), pp.62–67.
- Hamzah, F. & Setiawan, A., 2010. Akumulasi Logam Berat Pb, Cu, Dan Zn Di Hutan Mangrove Muara Angke, Jakarta Utara. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 2(2), pp.41–52. Available at: <http://jurnaldev.ipb.ac.id/index.php/jurnalikt/article/view/7851%0Ahttps://jurnal.ipb.ac.id/index.php/jurnalikt/article/view/7851>.
- Hansda, A., Kumar, V. & Anshumali, 2015. Biosorption of copper by bacterial adsorbents: A review. *Research Journal of Environmental Toxicology*, 9(2), pp.45–58.
- Javanbakht, V., Alavi, S.A. & Zilouei, H., 2014. Mechanisms of heavy metal removal using microorganisms as biosorbent. *Water Science and Technology*, 69(9), pp.1775–1787.
- Komarawidjaja, W. & Belakang, L., 2009. Status Konsorsium Mikroba Lokal. , 10(3), pp.347–354.
- Kurniawan, A. & Ekowati, N., 2016. Review: Potensi Mikoremediasi Logam Berat. *Jurnal Bioteknologi & Biosains Indonesia (JBBI)*, 3(1), p.36.
- Martinez, R.J. et al., 2007. Aerobic uranium (VI) bioprecipitation by metal-resistant bacteria isolated from radionuclide- and metal-contaminated subsurface soils. *Environmental Microbiology*, 9(12), pp.3122–3133.
- Mata, Y.N. et al., 2009. Gold(III) biosorption and bioreduction with the brown alga *Fucus vesiculosus*. *Journal of Hazardous Materials*, 166(2–3), pp.612–618.
- Murínová, S. & Dercová, K., 2014. Response mechanisms of bacterial degraders to environmental contaminants on the level of cell walls and cytoplasmic membrane. *International Journal of Microbiology*, 2014.
- Nugroho, A., 2010. BIODEGRADASI SLUDGE MINYAK BUMI DALAM SKALA MIKROKOSMOS: Simulasi Sederhana Sebagai Kajian Awal Bioremediasi Land Treatment. *MAKARA of Technology Series*, 10(2), pp.82–89.
- Ohimain, E.I., Olu, D.S. & Abah, S.O., 2009. Bioleaching of Heavy Metals from Abandoned Mangrove Dredged Spoils in the Niger Delta ; A Laboratory Study. *Delta*, 7(9), pp.1105–1113.
- Ojuederie, O.B., and Babalola, O.O. 2017. Microbial and plant-assisted bioremediation of heavy metal polluted environments: a review. *International journal of environmental research and public health*, 14(12), 1504.
- Oktoberina, S.R. & Moeliono, T.P., 2016. Prinsip Common But Differentiated Responsibility Dalam Pengelolaan Lingkungan Hidup, Sumber Daya Alam Dan Hutan Tropis. *Veritas et Justitia*, 2(2), p.278.
- Pagnanelli, F. et al., 2000. Biosorption of metal ions on *Arthrobacter* sp.: Biomass characterization and biosorption modeling. *Environmental Science and Technology*, 34(13), pp.2773–2778.
- Rahatgaonkar, A.M. & Mahore, N.R., 2008. A selective bioreduction of toxic heavy metal ions from aquatic environment by *Saccharomyces cerevisiae*. *E-Journal of Chemistry*, 5(4), pp.918–923.
- Rani, G.; Yadav, L.; Kalidhar, S.B., 2009. Chemical Examination of Citrus sinensis Flavedo Variety Pineapple. *Indian J. Pharm. Sci.*, (71), pp.677–679.
- Retno, T. & Mulyana, N., 2013. Bioremediasi Lahan Tercemar Limbah Lumpur Minyak Menggunakan Campuran Bulking Agents yang Diperkaya Konsorsia Mikroba Berbasis Kompos Iradiasi Bioremediation of Oil Sludge Contaminated Soil Using Bulking Agent Mixture Enriched Consortia of Microbial Inocu. *Jurnal Ilmiah Aplikasi Isotop dan Radiasi*, 9(2), pp.139–150.
- Smical, A.I. et al., 2008. Studies on transfer and bioaccumulation of heavy metals from soil into lettuce. *Environmental Engineering and Management Journal*, 7(5), pp.609–615.
- Subur, R. et al., 2016. KAPASITAS ADAPTIF EKOLOGIS GUGUS PULAU GURAIKI KECAMATAN KAYOA, KABUPATEN HALMAHERA

- SELATAN, PROVINSI MALUKU UTARA (Ecological Adaptive Capacity of Guraici Islands Group Sub-District Kayoa, Southern Halmahera District, North Moluccas Province). *Marine Fisheries: Journal of Marine Fisheries Technology and Management*, 4(2), p.97.
- Suryono, S. et al., 2020. Sebaran Mangrove di Desa Bumiharjo Kecamatan Keling Kabupaten Jepara. *Buletin Oseanografi Marina*, 9(2), pp.117–124.
- Thapa, B., KC, A.K. & Ghimire, A., 2012. A Review On Bioremediation Of Petroleum Hydrocarbon Contaminants In Soil. *Kathmandu University Journal of Science, Engineering and Technology*, 8(1), pp.164–170.
- Wulan, S.N., Apriadi, T. & Melani, W.R., 2020. STUDI FITOREMEDIASI SERAPAN BESI (Fe) DARI KOLAM BEKAS TAMBANG BAUKSIT MENGGUNAKAN PURUN (*Eleocharis* sp.). *Limnotek : perairan darat tropis di Indonesia*, 27(2), pp.67–78.
- Yasid, M., 2014. Peranan Isolat Bakteriindigenous Sebagai Agen Bioremediasi Perairan Yang Terkontaminasi Uranium. *GANENDRA Majalah IPTEK Nuklir*, 17(1), pp.35–44.
- Yu, X. et al., 2014. Culturable heavy metal-resistant and plant growth promoting bacteria in V-Ti magnetite mine tailing soil from Panzhihua, China. *PLoS ONE*, 9(9).
- Yulaipi, S. & Aunurohim, 2013. Bioakumulasi Pb dan Hubungannya dg Laju Pertumbuhan Ikan Munjair. *Jurnal Sains dan Seni Pomits*, 2(2), pp.1–5. Available at: <https://ejurnal.its.ac.id/>.

Lampiran I: Justifikasi Anggaran

Lampiran II: CV Ketua

CURRICULUM VITAE

Nama : Vella Rohmayani, S.Pd., M.Si.
NIDN : 0720059202
Id Scopus : 57203588848
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Surabaya
Program Studi : Teknologi Laboratorium Medis Program
Sarjana Terapan
Tmpt/Tgl Lahir : Lamongan, 20 Mei 1992
Jenis Kelamin : Perempuan
Golongan / Pangkat : Penata Muda Tk. 1/III.b
Jabatan Akademik : -
Alamat Rumah : Gunung Anyar Tambak Kav. E-9/1A
Telp. /Faks. : 082337821057
Alamat e-mail : vella_rohmayani@um-surabaya.ac.id/
vella.yani@fik.umsurabaya.ac.id

RIWAYAT PENDIDIKAN PERGURUAN TINGGI

Tahun	Program Pendidikan	Perguruan Tinggi	Jurusan
2010-2014	S1	Universitas Muhammadiyah Surabaya	S1 Pendidikan Biologi
2016-2018	S2	Universitas Airlangga	S2 Biologi

PELATIHAN PROFESIONAL

Tahun	Jenis Pelatihan (Dalam/Luar Negeri)	Jangka Waktu	Penyelenggara
2020	Pelatihan Clinical Edukator bagi pembimbing klink tenaga kesehatan lain	27-30 November	RS. Soetomo

	di rumah sakit		
2021	Pelatihan Teknik Instruksional (PEKERTI) untuk dosen	15-19 Maret	Kopertis Wilayah 7 Kemendikbud Dikti bekerjasama dengan Universitas Wijaya Kusuma

PENGALAMAN MENGAJAR

Mata Kuliah	Program Pendidikan	Program Studi	Tahun Akademik
Ilmu alamiah dasar	S1	Manajemen	Genap 2019-2020
Ilmu alamiah dasar	S1	Perbankan Syariah	Genap 2019-2020
Parasitology 1	D3	Teknologi Laboratorium Medis	Ganjil 2020-2021
Prak. Parasitology 1	D3	Teknologi Laboratorium Medis	Ganjil 2020-2021
Media dan Reagensia	S.Tr	Teknologi Laboratorium Medis	Ganjil 2020-2021
Prak. Media dan Reagensia	S.Tr	Teknologi Laboratorium Medis	Ganjil 2020-2021
Biologi Sel	S.Tr	Teknologi Laboratorium Medis	Ganjil 2020-2021
Prak. Biologi Sel	S.Tr	Teknologi Laboratorium Medis	Ganjil 2020-2021
Ilmu alamiah dasar	S1	Pendidikan Agama Islam	Genap 2020-2021
Parasitology 2	D3	Teknologi	Genap 2020-2021

		Laboratorium Medis	
Prak. Parasitology 2	D3	Teknologi Laboratorium Medis	Genap 2020-2021
Anatomi Fisiologi Manusia	S.Tr	Teknologi Laboratorium Medis	Genap 2020-2021
Protozoologi	S.Tr	Teknologi Laboratorium Medis	Gasal 2021-2022
Biologi Sel	S.Tr	Teknologi Laboratorium Medis	Gasal 2021-2022
Media dan Reagensia	S.Tr	Teknologi Laboratorium Medis	Gasal 2021-2022
Parasitologi 1	D3	Teknologi Laboratorium Medis	Gasal 2021-2022
Prak. Parasitologi 1	D3	Teknologi Laboratorium Medis	Gasal 2021-2022
Bakteriologi dasar	S.Tr	Teknologi Laboratorium Medis	Gasal 2021-2022
Helmintologi	S.Tr	Teknologi Laboratorium Medis	Genap 2021-2022
Bakteriologi Amami	S.Tr	Teknologi Laboratorium Medis	Genap 2021-2022
Anatomi Fisiologi Manusia	S.Tr	Teknologi Laboratorium Medis	Genap 2021-2022

PRODUK BAHAN AJAR

Mata Kuliah	Program Pendidikan	Jenis Bahan Ajar	Tahun Akademik
Parasitologi 1	D3 TLM FIK UMSurabaya	Modul Praktikum	2020 - 2021
Biologi sel	TLM S.Tr FIK UMSurabaya	Modul Praktikum	2020- 2021
Parasitologi 2	D3 TLM FIK UMSurabaya	Modul Praktikum	2020 - 2021
Media	TLM S.Tr FIK UMSurabaya	Modul Praktikum	2020- 2021
Protozoologi	TLM S.Tr FIK UMSurabaya	Modul Praktikum	2021 – 2022
Helmintologi	D4 TLM FIK UMSurabaya	Modul Praktikum	2021 – 2022

PENGALAMAN PENELITIAN

Tahun	Judul Penelitian	Ketua/Anggota	Sumber Dana
2019	Seks Rasio dan Musim Pemijahan Rajungan (<i>Portunus pelagicus</i>) di Perairan Utara Laut Jawa	Ketua	Mandiri
2020	Identifikasi Keanekaragaman Invertebrataa pada Zona Intertidal Pantai Utara Laut Jawa	Ketua	Mandiri
2020	Distribusi Ukuran, Hubungan lebar-berat dan Faktor Kondisi Rajungan (<i>Portunus pelagicus</i>) di Perairan Utara Laut Jawa	Ketua	Mandiri
2021	Lawan Polusi dengan Revolusi Mental	Anggota	Kementrian Koordinator Pembangunan Manusia dan Kebudayaan RI
2021 – 2022	The potency of	Ketua	Hibah RisetMU

	bacteria isolated from the hydroponic rockwool of field mustard (<i>Brassica rapa</i> L.) for nitrogen fixation and indole acetic acid (IAA) production		
--	--	--	--

KARYA ILMIAH

1. BUKU/JURNAL/PROSIDING

Tahun	Judul	Jurnal/Prosiding/Penerbit
2015	Membaca Muhammadiyah: Refleksi Kritis Anak Muda Lintas Isu	Buku Monograf Membaca Muhammadiyah: Refleksi Kritis Anak Muda Lintas Isu ISBN: 978-602-8217-98-9 Hal. 69-86 (Mei 2015) UMSurabaya Press Diunggah di: http://um-surabaya.ac.id/Membaca_muhamamdiyah_Refleksi_kritis_anak_muda_lintas_budaya.php and http://um-surabaya.ac.id/ISI_BUKU.pdf
2018	Length-Weight relationship, sex ratio and condition factor of blue swimming crab (<i>Portunus pelagicus</i> Linnaeus, 1758) from Java Sea Indonesia (PROSIDING)	AIP Conference Proceedings (Q4) Diunggah: https://www.researchgate.net/publication/327053223_Length-Weight_relationship_sex_ratio_and_condition_factor_of_blue_swimming_crab_Portunus_pelagicus_Linnaeus_1758_from_Java_Sea_Indonesia
2020	Alam Pikir Era Pandemi : Kajian Lintas Ilmu Covid-19, Tragedi Ekologi dan	UMSurabaya Press, Hal. 169 ISBN: 978-623-7259-43-5 Diunggah:

	Urgensi Penerapan Ekoliterasi	https://play.google.com/store/books/details/Sukadiono Alam pikir era pandemi kajian lintas ilm?id=e4j_DwAAQBAJ
2020	Sex Ratio and Spawning Season of Blue Swimming Crab (<i>Portunus pelagicus</i> , Linnaeus, 1758) in North Java Sea, Indonesia (JURNAL)	Indian Journal of Ecology (2020) 47(4): 1185-1188 (Q4) Diunggah: https://www.indianjournals.com/ijor.aspx?target=ijor:ije1&volume=47&issue=4&article=052
2020	<u>The quality of Haemoglobin examination results with variations in incubation time using the Cyanmethemoglobin method</u>	Journal of Natural Sciences and Mathematics Research Vol. 2 No. 6 Website: https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=id&user=uf9X5KoAAA&AJ&citation_for_view=uf9X5KoAAAAJ:FxGoFyZp5QC
2021	Jejak Langkah para Rektor UMSurabaya dari masa ke masa Rektor Kepemimpinan Noto Adam	UMSurabaya Press ISBN: 978-623-7259-65-7
2021	<u>Pemberdayaan Serta Edukasi Kreatif Mewujudkan Masyarakat Sehat dan Tanggap Covid 19</u>	Tanggal terbit: 2021/8/31 Humanism: Jurnal Pengabdian Masyarakat Jilid: 2, Terbitan: 2 Halaman 127-131 Website: https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=id&user=uf9X5KoAAA&AJ&citation_for_view=uf9X5KoAAAAJ:YsMSGLbeyi4C
2021	Effect of giving probiotic supplement <i>Lactobacillus acidophilus</i> La-14 as an immunomodulator to maintain a respiratory system in <i>Mus musculus</i>	Iranian Journal of Microbiology (IJM) Vol. 13 No. 3 (Q3) pISSN: 2008-3289 eISSN: 2008-4447 https://ijm.tums.ac.ir/index.php/ijm/article/view/2971
2021	Keanekaragaman Bivalvia,	Jurnal Biologi Universitas Andalas

	Gastropoda dan Holothuroidea di Zona Intertidal Pantai Utara Laut Jawa, Indonesia	Vol. 9 No. 1 (2021) 1-7 (S4) ISSN: 2655-9587 (online) ISSN: 2303-2162 (print) http://jbioua.fmipa.unand.ac.id/index.php/jbioua/article/view/300
2021	Buku Pedoman KKN 2021 Bagian BAB 4 Monitoring dan Evaluasi KKN	Diunggah di: Link Google Books: https://books.google.com/books/about/Buku_Pedoman_Kuliah_Kerja_Nyata_Universi.html?hl=id&id=Vsw3EAAAQBAJ Link Google PlayStore: https://play.google.com/store/books/details?id=Vsw3EAAAQBAJ
2022	<u>Penerapan Teknologi Tepat Guna Budidaya Lele dan Tanaman Hidroponik Pada Masyarakat Kali Kediding Surabaya</u>	ABDIKARYA: Jurnal Pengabdian Dosen dan mahasiswa DOI: https://doi.org/10.30996/abdikarya.v4i02.6296 Terbit: 08-03-2022 <u>Vol 4 No 02</u> Website: http://jurnal.untagsby.ac.id/index.php/abdikarya/article/view/6296
2022	Peran Bakteri Rockwool Hidroponik Tanaman Sawi (Brassica rapa L.) dalam Meningkatkan Kualitas dan Kuantitas Hasil Panen di Balai Tani Jawa Timur	Monograf Terbit : 31 Desember 2021 Website : ISBN : 978-623-433-050-2 DOI : Penerbit : UM Surabaya
2022	The potency of bacteria isolated from the hydroponic rockwool of field mustard (Brassica rapa L.) for nitrogen fixation and indole acetic acid (IAA) production	Jurnal Nasional Terakreditasi Terbit : 30 Juni 2022 Vol. 10 No.1 Website : https://journal.uin-alauddin.ac.id/index.php/biogenesis/article/view/28451 ISSN : 2580-2909 DOI : https://doi.org/10.24252/bio.v10i1.28451

		Penerbit : UIN Alaudin Makassar
2022	<u>Identifikasi Isolat Bakteri HSFI-10 (Holothuria scabra fermented intestine-10) Penghasil Enzim Protease</u>	Jurnal Nasional Terakreditasi Terbit : 24 Juni 2022 Vol. 1 No.5 Website : http://journal.um-surabaya.ac.id/index.php/analisis/article/viewFile/14607/5333 p-ISSN : 2597-3681 e-ISSN : 2614-2805 Penerbit : The Journal Of Muhammadiyah Medical Laboratory Technologist
2021	<u>Pendampingan Pasien Isolasi Mandiri Covid-19 di UM Surabaya Melalui Psychoreligius Care</u>	Aksiologiya: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Vol. 5, No. 4, Terbit: November 2021 Hal 466 – 474 ISSN 2528-4967 (print) dan ISSN 2548-219X (online) Website : http://103.114.35.30/index.php/Axiologiya/article/viewFile/9797/4341

A. Penyunting/Editor/Reviewer/Resensi

Tahun	Judul	Jurnal/Prosiding/Penerbit
2017	Editor Buku Ajar Biologi	UMSurabaya Press ISBN: 978-979-98658-8-5

KONFERENSI/SEMINAR/LOKAKARYA/SIMPOSIUM

Tahun	Judul Kegiatan	Penyenggara	Panitia/Peserta/ Pembicara
2017	Internasional Conference on Biological Science (ICBS)	UGM	Pembicara
2020	Seminar Nasional Inovasi Penelitian dan Pembelajaran Biologi IV (IP2B IV)	UNESA	Pembicara

KEGIATAN PROFESIONAL/PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT

Tahun	Jenis>Nama Kegiatan	Tempat
2020	Edukasi Pencegahan Penyakit Covid-19 di Wilayah Kalijudan Rw 03 Dukuh Setorejo Surabaya	Wilayah Kalijudan Rw 03 Dukuh Setorejo Surabaya
2021 / 2022	Upaya Peningkatan Kesehatan pada Anak-Anak Di Panti Pesantren Muhammadiyah (PPM) K.H. Mansyur II Surabaya	Panti Pesantren Muhammadiyah (PPM) K.H. Mansyur II Surabaya
2021 / 2022	EDUKASI INFEKSI TOKSOPLASMOSIS PADA MASYARAKAT DI DESA BALONG PANGGANG GRESIK	Desa Balong Panggung Gresik

JABATAN DALAM PENGELOLAAN INSTITUSI

Peran/Jabatan	Institusi	Jangka Waktu
Unit Penjaminan Mutu	Prodi D4 TLM FIK UMSurabaya	2022-2025

PENGHARGAAN/PIAGAM

Tahun	Bentuk Penghargaan	Pemberi
2021	Hibah Penelitian Dasar : UJI POTENSI MIKROBA DARI <i>ROCKWOOL</i> HIDROPONIK TANAMAN SAWI (<i>Brassica rapa L.</i>) SEBAGAI PUPUK BIOFERTILIZER TANAMAN HIDROPONIK	RisetMU PP Muhammadiyah Batch V
2021	Hibah Manuskrip : The Effectiveness of Adding Types of Bacterial Consortium and Incubation Time as an Efforts to Bioremediation of Oil Sludge Waste with Composting Method	RisetMU PP Muhammadiyah Batch V
2021	Hibah: Lawan Polusi dengan Revolusi Mental	Kementerian Koordinator Pembangunan Manusia dan Kebudayaan RI

ORGANISASI PROFESI/ILMIAH

Tahun	Jenis Organisasi	Jabatan/Jenjang Keanggotaan

Saya menyatakan bahwa semua keterangan dalam Curriculum Vitae ini adalah benar dan apabila terdapat kesalahan, saya bersedia mempertanggungjawabkannya sesuai

aturan dan hukum yang berlaku.

Surabaya, 5 September 2022
Yang Menyatakan

A handwritten signature in black ink, consisting of several vertical and diagonal strokes, positioned above the name.

Vella Rohmayani, S.Pd., M.Si

Lampiran III: CV Anggota 1

CURRICULUM VITAE

1. Nama Lengkap : Holy Ichda Wahyuni, S.Pd., M.Si
2. NIP/NIK : 012.021.1992.21.290
3. Agama : Islam
4. Tempat Tanggal Lahir : Lamongan, 24 September 1992
5. NIDN : 0724099202
6. Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Surabaya
7. Alamat Rumah : Masangan Kulon Indah IV Kec. Sukodono Kabupaten Sidoarjo
8. Alamat E-mail : holyichdawahyuni@um-surabaya.ac.id
9. Nomor Telepon/HP : 0895395084904

RIWAYAT PENDIDIKAN PERGURUAN TINGGI

Tahun Lulus	Program Pendidikan	Perguruan Tinggi	Jurusan/ Bidang Studi
2015	Sarjana	Universitas Muhammadiyah Surabaya	Pendidikan Biologi
2020	Magister	Universitas Airlangga Surabaya	Biologi

PELATIHAN PROFESIONAL

Tahun	Jenis Pelatihan (Dalam/Luar Negeri)	Penyelenggara	Jangka Waktu
2022	Pelatihan Pekerti	Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya	114 Jam (5-18 Februari 2022)
2022	Sosialisasi Penilaian Anugerah Kampus Unggul	P3I UMSurabaya	1 Hari (20 Mei 2022)
2021	Penyusunan Rancangan Pembelajaran BKP MBKM dan RPS Model Project Based Learning	LP3 UMSurabaya	1 Hari (17 November 2021)

PENGALAMAN MENGAJAR

No.	Nama Mata Kuliah	Pendidikan	SKS	Tahun Akademik
1	Teori Belajar	Sarjana	2	Gasal 2021/2022

2	Assesmen dan Evaluasi Pembelajaran	Sarjana	3	Gasal 2021/2022
3	Inovasi Pendidikan	Sarjana	2	Genap 2021/2022
3	Pendidikan Kerajinan Tangan	Sarjana	2	Genap 2021/2022
4	Pengembangan Bahan Ajar	Sarjana	3	Genap 2021/2022
5	Teori Belajar	Sarjana	2	Gasal 2022/2023
6	Pengantar Pendidikan	Sarjana	2	Gasal 2022/2023
7	Filsafat Pendidikan	Sarjana	2	Gasal 2022/2023
8	Pendidikan Inklusi	Sarjana	2	Gasal 2022/2023
9	Pendidikan ABK	Sarjana	2	Gasal 2022/2023

PENGALAMAN PENELITIAN

No.	Judul Penelitian	Penyandang Dana	Tahun
1	Fish diversity as bioindicator of 2 downstream pollution in the Surabaya river and Jagir river	Perguruan Tinggi	2020
2	Keanekaragaman Bivalvia, Gastropoda, dan Holothuroidea di Zona Intertidal Pantai Utara Laut Jawa, Indonesia	Perguruan Tinggi	2021
3	Health risk assessment of metals in mud crab (<i>Scylla serrata</i>) from the East Java Estuaries of Indonesia	Perguruan Tinggi	2022
4	Relevansi Konsep Ekopedagogik di Era Kurikulum Merdeka Belajar: Sebuah Kajian Literatur	Perguruan Tinggi	2022
5	Media Pembelajaran Interaktif dalam Penerapan <i>Blended learning</i> Selama Tatap Muka Terbatas di Sekolah Dasar	Mandiri	2022

KARYA ILMIAH

Buku/Bab/Jurnal/Tulisan Populer

Tahun	Judul	Penerbit/Jurnal/Buku/Media
-------	-------	----------------------------

2020	Fish diversity as bioindicator of 2 downstream pollution in the Surabaya river and Jagir river	Ecology, Environment and Conservation Url: http://www.envirobiotechjournals.com/EEC/v26JuneSuppl2020/EEC-13.pdf
2020	Contextual Problem Based Learning: Tawaran Desain Pembelajaran Masa Pandemi	Kumparan Url: https://kumparan.com/holy-wahyuni/contextual-problem-based-learning-tawaran-desain-pembelajaran-masa-pandemi-1tZWP5fme4T
2020	Dilematika Pendidikan Masa Pandemi: Antara Kesenjangan dan Perioritas Kesehatan	Kumparan Url: https://kumparan.com/holy-wahyuni/dilematika-pendidikan-masa-pandemi-antara-kesenjangan-dan-perioritas-kesehatan-1u0Od6AN6wF
2021	Kurikulum Merdeka Belajar dan Pendidikan Lingkungan	Kumparan Url: https://kumparan.com/holy-wahyuni/kurikulum-merdeka-belajar-dan-pendidikan-lingkungan-1wOlcfMx9tm
2021	Keanekaragaman Bivalvia, Gastropoda, dan Holothuroidea di Zona Intertidal Pantai Utara Laut Jawa, Indonesia	Jurnal Biologi UNAND Url: http://jbioua.fmipa.unand.ac.id/index.php/jbioua/article/view/300
2022	Health risk assessment of metals in mud crab (<i>Scylla serrata</i>) from the East Java Estuaries of Indonesia	Environmental Toxicology and Pharmacology Url: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1382668922000035
2021	Mengenal Kembali Teori Evolusi Darwin dalam Buku On The Origin of Species	Kompasiana Url: https://www.kompasiana.com/holy0924/619df7291573955abf4d6a32/mengenal-kembaali-teori-evolusi-darwin-dalam-buku-on-the-origin-of-species
2021	Guru Pendidik dan Fenomena Kekerasan di Instansi Pendidikan	Kompasiana Url: https://www.kompasiana.com/holy0924/619f0c639dc0292d530ded22/guru-pendidik-dan-fenomena-kekerasan-di-institusi-pendidikan

2022	Pendidikan Anak: Jangan Lagi Menyepelekan Kekerasan Berdalih Gurauan	Kompasiana Url: https://www.kompasiana.com/holy0924/62aad612f5f32931b4149e29/pendidikan-anak-jangan-lagi-menyepelekan-kekerasan-berdalih-gurauan
2022	Relevansi Konsep Ekopedagogik di Era Kurikulum Merdeka Belajar: Sebuah Kajian Literatur	Bookchapter/Penerbit: UMSurabaya Publishing ISBN:

KONFERENSI/SEMINAR/LOKAKARYA SIMPOSIUM

Tahun	Judul Kegiatan	Penyelenggara	Panitia/Peserta/ Pembi cara
2022	Seminar Nasional Pendidikan PGSD “Membangun Karakter dan Budaya Literasi dalam Pembelajaran Tatap Muka Terbatas di SD”	PGSD UMSurabaya	Pemakalah
2022	Webinar dan Bedah Buku Demokrasi di Indonesia dari Stagnasi ke Regresi	Pusat Studi Anti Korupsi dan Demokrasi UMSurabaya bersama USAID Integritas	Peserta
2022	Webinar Nasional Series 8 LPPM PTM “Pendidikan Nasional Menyambut Era Society 5.0”	LPPM UM Palangkaraya dan LPPM PTM Nasional	Narasumber
2021	Seminar Nasional Pengabdian Masyarakat “Komitmen dan Keberpihakan Implementatif Program Abdimas Perguruan Tinggi dalam Menjawab Kebutuhan Masyarakat”	Universitas Kristen Petra	Pemakalah

KEGIATAN PROFESIONAL/PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT

No	Judul Pengabdian Kepada Masyarakat	Penyandang Dana	Tahun
1	Workshop Penulisan Artikel Ilmiah Terpublikasi Jurnal Akreditasi SINTA bagi Guru SD/MI Muhammadiyah Kota Surabaya	Perguruan Tinggi	2021

2	Relawan Mahasiswa Tanggap Bencana (MATANA)	Perguruan Tinggi	2021
3	Pengabdian Back To Village: Upaya Pemberdayaan Masyarakat Pada Masa Pandemi Covid-19 Di Kecamatan Tambaksari Surabaya	Perguruan Tinggi	2021
4	Edukasi Sexual For Children di MI Muhammadiyah 01 dan 02 Paciran Kabupaten Lamongan	Perguruan Tinggi	2022
5	Edukasi PHBS sebagai Implementasi Pendidikan Lingkungan di SDN 1 Paciran	Perguruan Tinggi	2022
6	Rumah Belajar Menyenangkan: Edukasi Lingkungan dan Kearifan Lokal Kelompok Anak Nelayan Desa Paciran	Perguruan Tinggi	2022
7	Pendampingan Rebranding dan Digital Marketing UMKM dan Usaha Rumahan Kelompok Persaudaraan Istri Nelayan Desa Paciran	Perguruan Tinggi	2022

JABATAN DALAM PENGELOLAAN INSTITUSI

Peran/Jabatan	Institusi (Univ, Fak, Jurusan, Lab, Studio, Manajemen Sistem Informasi Akademik dll)	Tahun ... s.d. ...
Anggota Divisi Pengabdian Masyarakat dan KKN	LPPM UMSurabaya	2021-2025
Sekretaris Unit Penerimaan Mahasiswa Baru dan Inovasi	FKIP UMSurabaya	2021-2025
Kepala Editor Journal of Science, Education, and Studies	FKIP UMSurabaya	2022

Saya menyatakan bahwa semua keterangan dalam *Curriculum Vitae* ini adalah benar dan apabila terdapat kesalahan, saya bersedia mempertanggungjawabkannya.

Surabaya, 1 September 2022



Holy Ichda Wahyuni, S.Pd., M.Si



SURAT TUGAS

Nomor: 127/TGS/IL.3.AU/LPPM/F/2021

Assalaamu'alaikum Wr. Wb.

Yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Dede Nasrullah, S.Kep., Ns., M.Kep
Jabatan : Kepala LPPM
Unit Kerja : LPPM Universitas Muhammadiyah Surabaya

Dengan ini menugaskan:

No	Nama	NIDN/NIM	Jabatan
1.	Vella Rohmayani, S.Pd.,M.Si	0720059202	Dosen UMSurabaya
2.	Holy Ichda Wahyuni, S.Pd., M.Si	0724099202	Dosen UMSurabaya
3.	Sherley Agustina	20200667008	Mahasiswa UMSurabaya
4.	Lilik Mursidah	20210667013	Mahasiswa UMSurabaya

Untuk melaksanakan penelitian kepada masyarakat dengan judul “Isolasi Dan Identifikasi Bakteri Indegenous Yang Berpotensi Sebagai Agen Bioremediasi Logam Berat (Cu Dan Hg) Pada Lahan Mangrove Di Desa Buduran Sidoarjo”. Penelitian ini dilaksanakan di Program Studi Sarjana Terapan Teklogi Laboratorium Medis Fakultas Ilmu Kesehatan UMSurabaya pada semester tahun akademik 2022-2023

Demikian surat tugas ini, harap menjadikan periksa dan dapat dilaksanakan dengan penuh tanggung jawab.

Wassalaamu'alaikum Wr. Wb

Surabaya, 05 March 2021

LPPM UMSurabaya



Dede Nasrullah, S.Kep., Ns., M.Kep
NIP. 012.05.1.1987.14.113



Surat Kontrak Penelitian Internal
LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT (LPPM)
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURABAYA

Nomor: 127/SP/IL.3.AU/LPPM/F/2021

Pada hari ini **Jumat** tanggal **Lima** bulan **Maret** tahun **Dua Ribu Dua Puluh Satu**, kami yang bertandatangan dibawah ini :

1. Dede Nasrullah, S.Kep., Ns., M.Kep. : Kepala LPPM UMSurabaya yang bertindak atas nama Rektor UMSurabaya dalam surat perjanjian ini disebut sebagai **PIHAK PERTAMA**;
2. Vella Rohmayani, S.Pd.,M.Si : Dosen UM Surabaya, yang selanjutnya disebut **PIHAK KEDUA**.

untuk bersepakat dalam pendanaan dan pelaksanaan program penelitian:

Judul : Isolasi Dan Identifikasi Bakteri Indegenous Yang Berpotensi Sebagai Agen Bioremediasi Logam Berat (Cu Dan Hg) Pada Lahan Mangrove Di Desa Buduran Sidoarjo

Anggota : 1. Holy Ichda Wahyuni, S.Pd., M.Si
2. Sherley Agustina
3. Lilik Mursidah

dengan ketentuan-ketentuan sebagai berikut:

1. **PIHAK PERTAMA** menyetujui pendanaan dan memberikan tugas kepada **PIHAK KEDUA** untuk melaksanakan program penelitian perguruan tinggi tahun 2021
2. **PIHAK KEDUA** menjamin keaslian penelitian yang diajukan dan tidak pernah mendapatkan pendanaan dari pihak lain sebelumnya.
3. **PIHAK KEDUA** bertanggungjawab secara penuh pada seluruh tahapan pelaksanaan penelitian dan penggunaan dana hibah serta melaporkannya secara berkala kepada **PIHAK PERTAMA**.
4. **PIHAK KEDUA** berkewajiban memberikan laporan kegiatan penelitiandari awal sampai akhir pelaksanaan penelitian kepada LPPM selaku **PIHAK PERTAMA**.
5. **PIHAK KEDUA** berkewajiban menyelesaikan urusan pajak sesuai kebijakan yang berlaku.
6. **PIHAK PERTAMA** akan mengirimkan dana hibah penelitian internal sebesar Rp10.150.000 (Sepuluh Juta Seratus Lima Puluh Ribu Rupiah) ke rekening ketua pelaksana penelitian.



7. Adapun dokumen yang wajib diberikan oleh **PIHAK KEDUA** sebagai laporan pertanggung jawaban adalah:
 - a. menyerahkan Laporan Hasil penelitian selambat-lambatnya satu minggu setelah kegiatan usai dilaksanakan
 - b. Memberikan naskah publikasi dan/atau luaran sesuai dengan ketentuan.
8. Jika dikemudian hari terjadi perselisihan yang bersumber dari perjanjian ini, maka **PIHAK PERTAMA** berhak mengambil sikap secara musyawarah.

Surat Kontrak Penelitian ini dibuat rangkap 2 (dua) bermaterai cukup, dan ditanda tangani dengan nilai dan kekuatan yang sama



Dede Nasrullah, S.Kep., Ns., M.Kep
NIK. 012.05.1.1987.14.113

Pihak Kedua

Vella Rohmayani, S.Pd., M.Si
NIDN. 0720059202



7. Adapun dokumen yang wajib diberikan oleh **PIHAK KEDUA** sebagai laporan pertanggung jawaban adalah:
 - a. menyerahkan Laporan Hasil penelitian selambat-lambatnya satu minggu setelah kegiatan usai dilaksanakan
 - b. Memberikan naskah publikasi dan/atau luaran sesuai dengan ketentuan.
8. Jika dikemudian hari terjadi perselisihan yang bersumber dari perjanjian ini, maka **PIHAK PERTAMA** berhak mengambil sikap secara musyawarah.

Surat Kontrak Penelitian ini dibuat rangkap 2 (dua) bermaterai cukup, dan ditanda tangani dengan nilai dan kekuatan yang sama

Pihak Pertama



Dede Nasrullah, S.Kep., Ns., M.Kep
NIK. 012.05.1.1987.14.113

Pihak Kedua



Vella Rohmayani, S.Pd., M.Si
NIDN. 0720059202



KUITANSI

Sudah terima dari : Bendahara LPPM
Uang sebesar : Sepuluh Juta Seratus Lima Puluh Ribu Rupiah(dengan huruf)
Untuk pembayaran : Pelaksanaan penelitian dengan pendanaan Internal

Rp10.150.000

Surabaya, 05 March 2021

Bendahara LPPM,
Universitas Muhammadiyah Surabaya

Holy Ichda Wahyuni

Ketua Penelitian

Vella Rohmayani, S.Pd.,M.Si