

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

#### **1. Rawa Pening dan Permasalahannya**

Rawa Pening merupakan danau alami yang terbentuk akibat proses evolusi geologi yang berlangsung sangat lama. Rawa Pening merupakan cekungan yang terbentuk akibat aktifitas tektonik vulkanik yang berlangsung selama 60.000 sampai 80.000 tahun yang lalu (Bemmelen, 1949),

Rawa Pening secara geografis terletak sangat strategis berada diantara dua Kabupaten yaitu Kabupaten Semarang dan Kota Salatiga, dengan posisi geografis  $7^{\circ}04'LS-7^{\circ}30'LS$  dan  $110^{\circ}24'46''BT - 110^{\circ}49'06'' BT$  pada ketinggian +/- 478 mdpl dengan kapasitas tampung air berkisar sekitar  $45.930.578 \text{ m}^3$  dengan luas genangan maksimum 2.770 Ha dan minimum 1.650 Ha. (Murtiono dan Paimin, 2012 ) Rawa Pening merupakan pengatur dan pengendali kebutuhan air untuk daerah sekitarnya yaitu Kota Salatiga, Kabupaten Semarang, Kabupaten Demak, dan Kabupaten Purwodadi, di samping itu Rawa Pening menjadi tempat bermuaranya sembilan daerah aliran sungai yang melintasi daerah pemukiman, industri dan pertanian perkebunan (Sajekti dan Anjarwati, 2009)

Hadirnya atau masuknya bahan pencemaran yang bersifat organik maupun anorganik, termasuk pestisida dapat mengganggu keseimbangan suatu sistem ekologi menyebabkan terjadinya pencemaran (Kuemmel, *et al*, 1998). Pemanfaatan pestisida di daerah sekitar Rawa Pening sebagai daerah pertanian

cukup tinggi dan cukup intensif. Menurut Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian (2009), untuk mendukung keberhasilan produk hortikultura maka dibutuhkan sekitar 30-50% dari total biaya produksi produk hortikultura. Hal ini menunjukkan bahwa pemanfaatan pestisida di sektor pertanian dan hortikultura cukup tinggi. Jika hal ini berlangsung lama maka dapat memiliki efek samping buruk terhadap sistem ekologi di daerah tersebut. Pestisida yang terpapar pada suatu lingkungan dalam jangka waktu lama dapat bersifat bioakumulasi bahkan dapat bersifat biomagnifikasi, sehingga residu pestisida dapat masuk kedalam rantai makanan pada suatu sistem ekologi sehingga residu pestisida akan menjadi semakin berbahaya.

## **2. Pencemaran Perairan Rawa Pening Oleh Pestisida**

Pestisida golongan *Organophosphat* merupakan pestisida yang paling banyak digunakan dan dianggap paling efektif oleh masyarakat petani di sekitar Rawa Pening. Berdasarkan hasil pra penelitian yang dilakukan secara survai dengan metoda wawancara langsung pada masyarakat petani di sekitar Rawa Pening bahwa pestisida yang paling banyak digunakan adalah *Organophosphat* dengan merek dagang Curacron (Pra Penelitian, 2013). Hal ini didukung oleh Hanani (2004). Hasil penelitian residu pestisida di Kecamatan Ambarawa dengan metoda survai *Cross Sectional* bahwa petani pengguna pestisida *Organophosphat* paling banyak sekitar 69,2 % dengan merek dagang Curacron (bahan aktif *Profenofos*) sedang lainnya petani menggunakan golongan *Carbamat*.

Berdasarkan hasil analisis pestisida secara kuantitatif pada air dan sedimen danau Rawa Pening menunjukkan bahwa kandungan residu *Profenofos* pada air

Rawa Pening berkisar 0,0210 ppm – 0,08 ppm, dan sedimen berkisar antara 0,12 ppm – 0,28 ppm sedangkan residu *Malathion* pada air berkisar antara 0,0366 ppm – 0,0521 ppm dan sedimen berkisar 0,0567 ppm – 0,12 ppm (Pra penelitian, 2013). Terdeteksinya residu pestisida *Organophosphat Profenofos* dan *Malathion* berdasarkan hasil analisis kuantitatif menjadi **Base Line** dan **Latar Belakang Penelitian Bioremediasi Pestisida Golongan Profenofos Dan Malathion Di Rawa Pening**. Hal ini menunjukkan bahwa pemanfaatan *Profenofos* dan *Malathion* di sekitar Rawa Pening dan di daerah hulu cukup tinggi sehingga residu *Profenofos* dan *Malathion* akan banyak terakumulasi di muara. Menurut Kuivila, (1999) studi mengenai konsentrasi Pestisida pada muara di teluk San Francisco menunjukkan bahwa konsentrasi di muara berpengaruh lebih signifikan terhadap organisme didalamnya dibandingkan dengan di hulu disebabkan karena konsentrasi pestisida lebih tinggi. Sedangkan menurut Chau (2006) Penelitian pada karakteristik polutan organik persisten di muara sungai Mutiara China Selatan menunjukkan bahwa terjadi akumulasi bahan organik persisten akibat aktifitas antropogenik di hulu dan sepanjang sungai menuju muara sungai Mutiara.

### **3. Bioremediasi**

Teknologi Bioremediasi pada perairan tercemar adalah suatu proses remediasi atau upaya mengembalikan keseimbangan ekologis perairan dengan memanfaatkan mikroorganisme (mikrofauna dan mikroflora) maupun makroorganisme (tumbuhan) secara enzimatik sehingga terjadi proses degradasi polutan dari senyawa yang berbahaya dan kompleks menjadi senyawa yang tidak

berbahaya, tidak beracun dan senyawa yang lebih sederhana, misalnya Bioremediasi pada bahan-bahan polutan ini antara lain logam berat, petroleum hidrokarbon, dan senyawa-senyawa organik terhalogenasi seperti pestisida dan herbisida (Whiteley dan Lee, 2006)

Bioremediasi mencakup teknologi rekayasa mikroorganisme yang telah dipilih untuk ditumbuhkan pada polutan tertentu sebagai upaya untuk menurunkan kadar polutan. Pada saat proses Bioremediasi berlangsung, enzim-enzim yang diproduksi oleh mikroorganisme memodifikasi struktur kimia melalui proses yang disebut biotransformasi. Proses biotransformasi menyebabkan degradasi senyawa yang memiliki struktur kompleks menjadi senyawa dengan struktur sederhana, sehingga dimungkinkan terjadi degradasi senyawa yang bersifat toksik terurai menjadi senyawa yang bersifat tidak toksik. (Crawford, R. L and Crawford, D L, , 1996).

Bioremediasi sebagai salah satu solusi untuk menangani pencemaran akibat masuknya pestisida ke badan air dengan memanfaatkan mikroorganisme dalam mengembalikan proses *resilience* lingkungan (kemampuan lingkungan untuk melakukan remediasi secara alami) akibat tekanan bahan pencemar atau polutan antara lain logam berat, hidrokarbon, bahan organik dan senyawa pestisida (Fingerma and Nagabhushanam. 2005). Bioremediasi Pestisida *Organophosphat* (*Profenofos* dan *Malathion*) dengan memanfaatkan bakteri *Indigenous* dari Rawa Pening adalah suatu upaya mengembalikan keseimbangan ekologis perairan akibat pencemaran pestisida (*Profenofos* dan *Malathion*) dengan memanfaatkan mikroorganisme (bakteri *Indigenous*) secara enzimatik sehingga terjadi proses

degradasi polutan dari senyawa yang berbahaya dan kompleks yang terkandung pada pestisida (*Malathion dan Profenofos*) menjadi senyawa yang tidak berbahaya, tidak beracun dan senyawa yang lebih sederhana.

Menurut Crawford, R. LandCrawford, D L,(1996). Bioremediasi secara bioaugmentasi mempunyai keunggulan jika dibandingkan dengan teknik biostimulasi karena biodegradasi dengan teknik bioaugmentasi lebih cepat dan lebih efektif, akan tetapi akan lebih baik jika menggunakan bakteri *Indigenus* karena lebih aman dan lebih mudah diperoleh dari lingkungan. Tahapan proses Bioremediasi dengan memanfaatkan mikroorganisme *Indigenus* meliputi: isolasi bakteri, pengujian bakteri dalam mendegradasi zat pencemar, identifikasi bakteri dan mekanisme dan mekanisme proses degradasi bakteri dalam memanfaatkan substrat yang tercemar.

Menurut Shan, Xie (2008). Bioremediasi oleh bakteri *Indigenus* dapat menghasilkan metabolit primer dan sekunder sebagai hasil proses metabolisme. Metabolit primer hasil metabolisme utama sedangkan metabolisme sekunder adalah hasil metabolisme sisa dari *metabolism* utama. Metabolisme primer dimanfaatkan oleh bakteri sebagai sumber energi utama sedangkan metabolisme sekunder pada kenyataannya dapat dimanfaatkan oleh mikroorganisme lain sebagai sumber karbon melalui mekanisme *co metabolism* sehingga proses Bioremediasi dapat berjalan secara efektif dan terdegradasi secara sempurna. Mekanisme *co metabolism* bermanfaat pada *concordium bacteria bioremediation proses*.

Pada Proses Bioremediasi diperlukan bakteri yang unggul, terpilih dan terseleksi oleh karena itu diperlukan proses *skrining* yang meliputi langkah isolasi, identifikasi dan informasi genetika untuk mendapatkan bakteri pendegradasi yang paling unggul. Proses ini dapat dilakukan secara eksperimental di laboratorium. yang selanjutnya dapat dimanfaatkan pada skala aplikasi. Sehubungan dengan kegiatan yang berhubungan dengan teknologi Bioremediasi, pemerintah Indonesia telah mempunyai payung hukum yang mengatur standar baku kegiatan Bioremediasi dalam mengatasi permasalahan lingkungan akibat kegiatan pertambangan, perminyakan serta bentuk pencemaran lainnya (logam berat dan pestisida) melalui Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No.128 tahun 2003, mengenai tata cara dan persyaratan teknis dan pengelolaan limbah minyak bumi dan tanah terkontaminasi oleh minyak bumi secara biologis (Bioremediasi). Pada peraturan tersebut juga mencantumkan bahwa Bioremediasi dilakukan dengan menggunakan mikroorganisme *Indigenouseus* (Kementerian Negara Lingkungan Hidup, 2003).

#### **4. *Indigenouseus* Bacteria**

Bakteri *Indigenouseus* adalah bakteri yang secara ekologis telah menetap pada suatu tempat tertentu dan telah mengalami penyesuaian lingkungan yang cukup lama sehingga merupakan bakteri yang stabil stabil. Pemanfaatan bakteri *Indigenouseus* pada teknologi bioremediasi telah banyak dikembangkan karena keberhasilan bakteri *Indigenouseus* dalam memodifikasi senyawa cemaran yang bersifat majemuk menjadi senyawa sederhana yang tidak bersifat toksik.

Bakteri merupakan kelompok mikroorganisme yang memiliki kemampuan mendegradasi senyawa pencemar dan memanfaatkan senyawa pencemar sebagai sumber karbon pada proses metabolisme, antara lain sebagai berikut :

- a. *Pseudomonas sp* dan *Alcaligenes sp* adalah spesies mikroorganisme aerobik atau fakultatif yang mampu mendegradasi Chlorobenzena dan memanfaatkannya sebagai sumber karbon pada kondisi anaerob. Konsorsium *Pseudomonas sp* dan *Alcaligenes sp* dapat mendegradasi Chlorobenzena sekitar 54 % dalam waktu 7 hari (Nishino, 1992).
- b. *Deltaproteobacteria* dan *Archaeoglobus* adalah bakteri *hyperthermophilic* yang dapat mereduksi sulfat menjadi sulfide (Madigan dan Brock , 2011)
- c. *Bacillus cereus*, *Bacillus coagulans*, *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli* dan *Enterobacter aerogenes* dapat mendegradasi DDT (*Dichloro diphenyl trichloroethane*) melalui jalur metabolit DDT (*1,1,1-Trichloro-2,2-Bis (P-Chlorophenyl) Ethane*) sebagai berikut DDT (*Dichloro diphenyl trichloroethane*) [*1-2H*]-*1,1-Dichloro-2,2-Bis(P-Chlorophenyl) Ethane (DDD-D)* *1,1-Bis(P-Chlorophenyl)-2,2-Dichloroethylene (DDE)*, *1,1-Bis (P-Chlorophenyl)-2-Chloroethylene (DDMU)*, *1,1-Bis(P-Chlorophenyl)-2-Chloroethane (DDMS)-DDNU*, *2,2-Bis(P-Chlorophenyl) Ethanol (DDOH)*, *Bis (P-Chlorophenyl) Acetic Acid (DDA)* and *1,1-Bis (P-Chlorophenyl) -2,2,2-Trichloroethanol (Kethane)*, *1,1- Bis (P-Chlorophenyl)-2,2,2-Trichloroethyl Acetate (Kethane Acetate)* *1,1-Bis P-Chlorophenyl)-2,2-Dichloroethane (DDD)* (Bildan, R.2003)

Bakteri genus *Pseudomonas sp* sebagai mikroorganisme selektif yang memiliki kemampuan memanfaatkan pestisida sebagai sumber karbon dan fosfat sebagai sumber energi utama, hal ini sebabkan *Pseudomonas sp* memiliki enzim *Parathion hidrolase* dan *sarcosine dehidrolase*. Kemampuan tersebut dapat dikembangkan dalam teknologi Bioremediasi pestisida dalam menanggulangi pencemaran lingkungan oleh pestisida. Informasi mengenai kemampuan *Pseudomonas sp* mendegradasi pestisida perlu dikembangkan dan diteliti lebih lanjut mengenai rekayasa genetika, informasi gentika dan kinetika bakteri sebagai bakteri rekombinan terutama menggunakan *Indigenosous strain* rekombinan (Yamamoto dan Harayama, 1998).

Berdasarkan latar belakang di atas maka perlu dilakukan penelitian Bioremediasi Pestisida *Organophosphat Profenofos* dan *Malathion* dengan memanfaatkan Bakteri *Indigenos* dari Rawa Pening dalam rangka mengatasi permasalahan pencemaran *Malathion* dan *Profenofos* di Rawa Pening.

## **B. Perumusan Masalah**

Pestisida golongan *Malathion* dan *Profenofos* jenis pestisida yang paling banyak dimanfaatkan oleh petani sekitar Rawa Pening, hal ini terbukti dengan terdeteksinya residu *Malathion* dan *Profenofos* pada air dan sedimen Rawa Pening. Rawa Pening secara morfologi merupakan muara dari daerah aliran sungai yang berpotensi membawa cemaran pestisida *Malathion* dan *Profenofos* dari aktifitas pertanian, perkebunan, rumah tangga dan industri sehingga beban ekologis Rawa Pening akan semakin berat. Berdasarkan hal tersebut maka diperoleh rumusan masalah sebagai berikut :



## **1. Perumusan Masalah**

- a. Gambaran umum mengenai kondisi residu pestisida pada perairan danau Rawa Pening adalah merupakan hal sangat penting untuk di analisis, hal ini diperlukan sebagai base line penelitian Bioremediasi Pestisida *Malathion* dan *Profenofos* oleh bakteri indigenus terseleksi
- b. Bioremediasi *Malathion* dan *Profenofos* merupakan upaya remediasi terhadap *Malathion* dan *Profenofos* sebagai pestisida yang paling banyak dimanfaatkan oleh masyarakat petani sekitar perairan Rawa Pening dengan memanfaatkan bakteri indigenus yang ditemukan dari perairan Rawa Pening, sehingga diharapkan dapat mengatasi permasalahan pencemaran Organophosphat *Malathion* dan *Profenofos* tanpa efek terhadap lingkungan.
- c. Pada proses Bioremediasi diperlukan agen bioremediasi bakteri Indigenus yang tepat dan paling unggul sehingga proses bioremediasi berjalan dengan baik dan cepat.
- d. Bakteri yang terseleksi teridentifikasi sebagai bakteri baru yang diperoleh dari perairan danau Rawa Pening

## **2. Pertanyaan Penelitian**

Pertanyaan penelitian yang berkaitan dengan Bioremediasi Pestisida *Malathion* dan *Profenofos* Oleh Bakteri *Indigenus* dari Perairan Rawa Pening adalah sebagai berikut :

- a. Bagaimana gambaran umum mengenai keberadaan residu pestisida di perairan (air dan sedimen) danau Rawa Pening dan bagaimana proses identifikasi residu pestisida dilaksanakan pada penelitian ini sehingga diperoleh

- gambaran umum mengenai keberadaan residu pestisida pada perairan (air dan sedimen) danau Rawa Pening?
- b. Bagaimana proses seleksi atau skrining untuk mendapatkan bakteri yang paling unggul sebagai agen bioremediasi dan bagaimana kemampuan degradasi bakteri *Indigenous* terseleksi terhadap *Malathion* dan *Profenofos* pada skala laboratorium dan pada skala aplikasi terbatas laboratorium baik secara isolat tunggal maupun konsorsium secara kualitatif dan kuantitatif?
  - c. Bagaimana proses bioremediasi pestisida *Malathion* dan *Profenofos* oleh bakteri indigenous dari perairan Danau Rawa Pening pada skala laboratorium dan skala aplikasi terbatas dengan menggunakan metoda *Spectrophotometry* dan *Gas Chromatography Mass Spectrophotometry*
  - d. Bagaimana proses identifikasi bakteri terseleksi sebagai bakteri terbaik pendegradasi pestisida *Malathion* dan *Profenofos* secara morfologi biokimia dan biologi molekular?

### **C. Orisinalitas**

Orisinalitas Penelitian “Bioremediasi Pestisida Golongan *Organophosphat Profenofos* dan *Malathion* Oleh Bakteri *Indigenous* Terseleksi Pada Perairan Rawa Pening Kabupaten Semarang”, sebagai berikut:

- a. Terdeteksinya residu pestisida Organophosphat *Profenofos* dan *Malathion* sebagai residu pestisida tertinggi pada perairan dan sedimen Rawa Pening menggambarkan kondisi terkini status perairan Rawa Pening.

- b. Hasil Skrining dan ditemukannya spesies bakteri *Indigenous terbaik* yang mampu mendegradasi *Organophosphat Profenofos* dan *Malathion* sebagai *New Bacteria Identification*.
- c. Kemampuan degradasi *New Indigenous Bacteria Identification* terhadap *Organophosphat Profenofos dan Malathion* baik secara tunggal atau konsorsium pada skala laboratorium dan aplikasi terbatas laboratorium .

Berdasarkan hasil informasi dan penelaahan dari berbagai hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai Bioremediasi pestisida *Malathion* dan *Profenofos* dengan memanfaatkan bakteri indigenous dari perairan Rawa Pening Kabupaten Semarang belum pernah dilakukan, dengan demikian penelitian ini merupakan penelitian pertama kali.

Berikut penelitian penelitian yang berhubungan dengan penelitian Bioremediasi pestisida *Malathion* dan *Profenofos* dengan memanfaatkan bakteri indigenous dari perairan Rawa Pening Kabupaten Semarang

### **1. Penelitian Terdahulu**

Penelitian yang berhubungan dan mendukung dengan judul penelitian Bioremediasi Pestisida Golongan *Organophosphat* Oleh Bakteri *Indigenous* Terseleksi Pada Perairan Rawa Pening Kabupaten Semarang adalah sebagai berikut :

- a. Paimin (2012) meneliti mengenai Potensi Pasokan Air ke Rawa Pening Pada Musim Kemarau. Secara deskriptif, pengamatan dilakukan pada debit aliran sungai Tungtang Hulu yang masuk ke danau Rawa Pening pada musim kemarau sehingga dapat diketahui pasokan air (debit spesifik yang masuk ke

dalam danau Rawa Pening) dari 9 (sembilan) daerah tangkapan air (*catchmen area*) yakni: (1). DTA-S.Kedungwaringin, (2). DTA- S. Ringis, (3). DTA- S. Sragen, (4). DTA-S. Parat, (5). DTA- S. Legi (6) DTA-S. Galeh, (7). DTA- S. Torong, (8). DTA- S.Panjang, dan (9) DTA-S. Rengas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pasokan air dari daerah tangkapan air Rawa Pening berada pada kategori “sangat baik”, kecuali daerah aliran Sungai Rengas dalam kategori “buruk” dan secara keseluruhan bahwa potensi air Rawa Pening memberikan pasokan yang terjamin.

- b. Soeprbowati Tri Retnaningsih, Shalihuddin Djalal Tandjung, Sutikno, Suwarno Hadisusanto dan Peter Gell. Tahun 2010 meneliti mengenai Stratifigrafi Diatom Rawa Pening: Dalam Kajian Paleolimnologi Sebagai Landasan Pengelolaan Danau. Penelitian dilakukan secara *Purposive Sampling* dengan tujuan mengetahui kondisi ekologis danau Rawa Pening pada masa lalu berdasarkan stratigrafinya sehingga dapat memberikan informasi dan landasan ilmiah dalam memprediksi perubahan kondisi ekologis pada masa yang akan datang. Hasil penelitian dengan menggunakan metode *Kronostratigrafi* dan *Biostratigrafi* pada Rawa Pening menunjukkan bahwa zonasi yang terbentuk mencerminkan perubahan kualitas perairan berkaitan dengan aktivitas *antropholgy* di daerah tangkapan danau. Sedangkan berdasarkan rekonstruksi kondisi ekologi Rawa Pening di masa lampau khususnya kondisi konduktifitas, pH dan total fosfor (TP) diketahui bahwa penyebab utama dari problem eutrofikasi Rawa Pening disebabkan peningkatan kandungan Phosphat.

- c. Mochamad Arief Budihardjo dan Haryono Setiyo Huboyo. (2007) meneliti mengenai Pola Sebaran Nitrat dan Phospat dengan Model Aquatox 22 Serta Hubungan Terhadap Tanaman Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*) Pada Permukaan Danau Metode penelitian yang digunakan adalah metode Deskriptif Retrospektif dengan tujuan mengetahui estimasi pola sebaran eceng gondok di Rawa Pening dan kandungan nitrat dan fosfat di Rawa Pening pada dasawarsa mendatang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada masa sepuluh tahun mendatang (dasawarsa), konsentrasi nitrat di Rawa Pening mengalami penurunan dan konsentrasi fosfat mengalami peningkatan dengan pola persebaran polutan nitrat dan fosfat yaitu terjadi penurunan dari hulu menuju hilir baik nitrat dan fosfat
- d. Baskoro Rochadi dan Chrisna Adhi Suryono. (2009) meneliti mengenai kandungan pestisida *Organochlorine* pada *Aqifer* Dangkal di Wilayah Pesisir Kota Semarang Metode penelitian yang digunakan adalah metode deskriptif dengan tujuan penelitian menganalisis kondisi fisika-kimiawi dan tingkat kontaminasi pestisida *Organochlorine* dalam *aqifer* dangkal di wilayah pesisir Kota Semarang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa beberapa jenis pestisida *Organochlorine* terdeteksi pada air tanah pada *aqifer* dangkal di pesisir Kota Semarang dan 60% dari total titik penelitian ditemukan residu *Heptaklor* dengan kisaran 0.023-0.058 ( $\mu\text{g L}^{-1}$ ) dan *Enfrin* dengan kisaran 0- 0.648  $\mu\text{g L}^{-1}$ . Hal ini membuktikan bahwa kondisi air pada *aqifer* di wilayah pesisir Kota Semarang telah terkontaminasi pestisida *Organochlorine*.

- e. Tutik Murniasih, Yopi, dan Budiawan. (2009) meneliti Biodegradasi Fenantren Oleh Bakteri Laut *Pseudomonas Sp Kalp3b22* Asal Kalimantan Tengah. Penelitian dilaksanakan dengan metode Riset Ekploratif dengan tujuan isolasi identifikasi dan uji kemampuan degradasi bakteri terhadap Fenantren. Hasil penelitian menunjukkan bahwa bakteri laut asal Kumai strain *Pseudomonas sp KalP 3b22* merupakan jenis yang potensial untuk dikembangkan menjadi bakteri biodegradator *Polisiklik Aromatic Hidrokarbon (PAH) Fenantren*.
- f. Astri Nugroho. (2006), meneliti mengenai Biodegradasi *Sludge* Minyak Bumi Dalam Mikrokosmos dengan menggunakan simulasi sederhana sebagai kajian awal bioremediasi *land Treatment* dengan menggunakan metode penelitian *Riset Ekplorasi Eksperimental* dengan *Rancangan Acak Lengkap*. Penelitian bertujuan mendapatkan strain bakteri yang mampu mendegradasi minyak bumi dalam makrokosmos melalui skring bakteri terbaik. Hasil penelitian menunjukan bahwa konsorsium bakteri uji mampu mendegradasi minyak bumi sebesar 50% dan meningkat menjadi 60% dengan penambahan perlakuan Nitrogen, Kalium dan Phosphat.
- g. Gallego.A, Gemini,V. Rossen, Rossi. S. L. Tri´podi, V,Corach. D, Planes. E dan Korol, S.E. (2012), Penelitian mengenai *Aerobic Degradation Of 3-Chlorobenzoic Acid by An Indigenous Strain Isolated From A Polluted River*. Dengan menggunakan metode penelitian *Eksperimental Eksplorasi Rancangan Acak Lengkap*. Penelitian bertujuan mendapatkan bakteri indigen dari Sungai *Riachuelo* Boines Aires Argentina pada proses

biodegradasi secara aerob terhadap senyawa pencemar *3-Chlorobenzoic Acid*. Hasil penelitian bahwa bakteri *Pseudomonas putida* mampu mendegradasi senyawa pencemar *3-Chlorobenzoic Acid* lebih dari 90%.

- h. William E. Inniss and Charles W. Greer Lyle G. Whyte, Jalal Hawari, Edward Zhou, Luc Bourbonnière, 1998. Melakukan penelitian mengenai *Biodegradation of Variable-Chain-Length Alkanes at Low Temperatures by a Psychrotrophic Rhodococcus sp*. Penelitian menggunakan metode penelitian *Eksperimental Eksplorasi Rancangan Acak Lengkap (Completely Randomized Design)* bertujuan untuk menguji kemampuan biodegradasi bakteri *Psychrotrophic Rhodococcus sp* pada substrat Alkana rantai panjang pada suhu rendah dan untuk mengetahui keragaman bakteri pendegradasi alkana rantai panjang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa bakteri *Rodhococcus sp* mampu mendegraasi *alkana* rantai panjang pada suhu rendah dan mampu memanfaatkan berbagai *alkana* dan *Hidrokarbon Alifatik* yang terdapat pada limbah minyak bumi.
- i. Mandri and J. Lin. (2007) Melakukan penelitian mengenai *Isolation and Characterization Of Engine Oil Degrading Indigenous Microorganisms in Kwazulu-Natal, South Africa*. Dengan metode penelitian *Eksperimental Eksplorasi Rancangan Acak Lengkap (Completely Randomized Design)* bertujuan melakukan isolasi dan karakteristik bakteri *Indigenous* pendegradasi limbah minyak mesin. Kesimpulan penelitian adalah bakteri pendegradasi terbaik pada Engine Oil adalah konsorsium ketiga isolate yang

- terseleksi yaitu *Flavobacterium spp*, *A. calcoaceticum* dan *Pseudomonas aeruginosa* dengan kemampuan degradasi 90%.
- j. Setiyo Y, Made S. Utama, Wayan Tika, IBP. Gunadnya (2011) Meneliti mengenai Optimalisasi Proses Bioremediasi Secara *In Situ* Pada Lahan Tercemar Pestisida Kelompok Mankozeb dengan metode penelitian *Eksploasi Rancangan Acak Lengkap (Completely Randomized Design)*. Penelitian ini bertujuan melakukan optimalisasi proses bioremediasi pestisida di Bedugul Agro-Tourism Bali, sehingga sistem pertanian organik akan terjaga. Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses bioremediasi residu pestisida secara *in-situ* pada lahan budidaya hortikultura di Kawasan Wisata Bedugul berlangsung secara optimal dengan perlakuan pemupukan dengan kompos campuran pada pH netral.
- k. Jong-Su Seo ,Young-Soo Keum and Qing X. Li, 2009. Journal Studi Pustaka *Bacterial Degradation of Aromatic Compounds* bertujuan menjelaskan mekanisme biodegradasi senyawa *Hidrokarbon Polisiklik Aromatik (PAH)* dan *Aromatik Heterosiklik* oleh bakteri.
- l. Nunik Sulistinah dan Bambang Sunarko (2010) meneliti mengenai *Biotransformasi Suksinonitril Oleh Pseudomonas sp.* dengan metode penelitian *Eksploasi Rancangan acak Lengkap (Completely Randomized Design)* dengan tujuan untuk mengetahui kinetika biotrasformasi *suksinintril* oleh *Pseudomonas sp.* Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa Bakteri *Pseudomonas sp* mampu tumbuh pada substrat yang mengandung



*suksinonitril* dan memanfaatkan *suksinonidril* sebagai satu-satunya sumber karbon untuk aktifitas metabolisme *Pseudomonas sp*

- m. Abo-Amer, A.R, 2010. Meneliti mengenai *Biodegradation of Diazinon by Serratia marcescens D1101 and Its Use In Bioremediation of Contaminated Environment*, penelitian dengan metode *Experimental Completely Randomized Design* dengan tujuan melakukan biodegradasi dan bioremediasi *Diazinon* dari lingkungan yang terkontaminasi dengan memanfaatkan bakteri *Serratia marcescens D1101*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *Serratia marcescens D1101* merupakan bakteri yang mampu mendegradasi *Diazinon* dan mampu memanfaatkan *Diazinon* sebagai sumber karbon sehingga dapat meremediasi lingkungan yang tercemar .
- n. Da Silva, N A.Birolli, WG, Selegim, M. H.R . and Porto (2013). Penelitian mengenai *Biodegradation of the Organophosphat Pesticide Profenofos by Marinem Fungi* dengan metode penelitian *Completely Randomized Design (Exploratif Experimental)* bertujuan mendapatkan *strain marine fungi* yang terseleksi yang diisolasi dari laut kemudian dimanfaatkan dalam proses biodegradasi pada tanah yang tercemar *Profenofos*. Kesimpulan dalam penelitian ini bahwa *fungi Aspergillus sydowii*, *Penicillium decaturense* dan *Penicillium raistrickii* yang diolasi dari sponge *Dramacidon reticulate*, sedangkan *Trichoderma sp* diisolasi dari sponge *Geodia corticostylifera* berasal dari Laut Atlantik Brazil terbukti dapat mendegradasi *Profenofos* dari tanah yang tercemar.

- o. Li-Rong, Xinqiang Guo, Kai Chen, Jianchun Zhu, Shunpeng Li, and Jiandong Jiang. 2009. Melakukan penelitian mengenai *Isolation of an Isocarbofos-Degrading Strain of Arthrobacter sp. cl-2 and Identification of the Degradation Pathway*. berhasil mengisolasi strain bakteri *Arthrobacter sp* secara eksperimental dengan rancangan penelitian *Completely Randomized Design*. Penelitian ini bertujuan Identifikasi dan biodegradasi *Isocarbofos* oleh *Arthrobacter sp. cl-2* . dan mampu mendegradasi *Isocarbofos* dan meremediasi lingkungan yang tercemar *Isocarbofos*. Pada penelitian ini juga dapat mengidentifikasi jalur degradasi *Isocarbofos* oleh *Arthrobacter sp cl 2*.
- p. Malghani, S. Chatterjee, N. Xueyu Hu.Zejiao, L. 2009. *Isolation and Characterization of a Profenofos Degrading Bacterium*. Penelitian bertujuan melakukan Isolasi dan Karakteristik bakteri pendegradasi *Profenofos* dengan metode penelitian eksperimental *Completely Randomized Design*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *Pseudomonas aeruginosa* merupakan bakteri yang mampu mendegradasi *Profenofos* dan meremediasi lingkungan yang tercemar *Profenofos*
- q. Sunita Adhikari (2010) Penelitian mengenai *Bioremediation of Malathion from Environment for Pollution Control* bertujuan isolasi dan identifikasi bakteri pendegradasi *Malathion* dan Bioremediasi *Malathion*. pada lingkungan tercemar secara eksperimental. Teknik bioremediasi sebagai alternatif yang efektif dalam membersihkan residu *Malathion* dari lingkungan yang tercemar.

- r. A. W. Bourquin. (1977). Penelitian *Degradation of Malathion by Salt-Marsh Microorganisms* dengan metode eksperimental dan gas spektrofotometri bertujuan menguji kemampuan degradasi bakteri laut dalam mendegradasi *Malathion* dan mengetahui senyawa hasil degradasi *Malathion*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa bakteri laut mampu mendegradasi *Malathion* dengan senyawa metabolit yang dihasilkan adalah *desmethyl-Malathion*, *phosphorothionates* dan *carbon dicarboxylic acids*.

Tabel 1. Penelitian Terdahulu

No	Peneliti/Tahun	Bentuk	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
1	Hari Martiono dan Paimin Tahun 2012	Prosiding	Potensi Pasokan Air ke Danau Rawa Pening pada Musim Kemarau	Pasokan air dari daerah tangkapan air danau Rawa Pening berada pada kategori “sangat baik”, kecuali Rengas dalam kategori “buruk”. Hal ini menunjukkan bahwa potensi air Rawa Pening memberikan pasokan yang terjamin
2	Tri Retnaningsih Soeprbowati, Shalihuddin Djalal Tandjung, Sutikno, Suwarno Hadisusanto dan Peter Gell Tahun 2010	Prosiding	Stratigrafi Diatom Danau Rawa Pening “Kajian Paleolimnologi Sebagai Landasan Pengelolaan Danau”.	Berdasarkan kronostratigrafi dan biostratigrafi Danau Rawa Pening, maka zonasi yang terbentuk mencerminkan perubahan kualitas perairan berkaitan dengan pengembangan aktivitas kondisi ekologi Rawa Pening khususnya kondisi konduktivitas, pH dan total fosfor (TP) diketahui bahwa pemicu utama adalah eutrofikasi.
3	Mochamad Arief Budiyono Tahun 2007	Journal	Pola Sebaran Nitrat, Fosfat dan Nitrat dengan Model <i>Aquatox 22</i> Serta Hubungan terhadap Tanaman Enceng Gondok pada Permukaan Danau (Studi Khusus Danau Rawa Pening Kabupaten	Perdiksi sepuluh tahun yang akan datang konsentrasi nitrat akan turun, akan tetapi konsentrasi Fosfat akan naik dengan pola sebaran terjadi penurunan dari hulu menuju hilir

No	Peneliti/Tahun	Bentuk	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
			Semarang)	
4	Baskoro Rochaddi dan Chrisna Adhi Suryono Tahun 2009	Journal	Pestisida Organoklorin pada <i>Aqifer</i> Dangkal di Wilyah Pesisir Kota Semarang	Kondisi air pada <i>aqifer</i> di Kota Semarang tersedak kontaminasi pestisida Organiklorin
5	Tutik Muniasih, Yopi, dan Budiawan	Journal	Biodegradasi Fenantren oleh Bakteri Laut <i>Pseudomonas</i> asal Kumai	<i>Strain Pseudomonas sp KalP 3b22</i> mampu mendegradasi fenantren bakteri ini mampu mendegradasi hingga tahap pembukaan cincin aromatik
6	Astri Nugroho Tahun 2006	Journal	Biodegradasi <i>Sludge</i> Minyak Bumi Dalam Mikrokosmo: Simulasi Sederhana Sebagai Kajian Awal Bioremediasi <i>Land Treatment</i>	Konsorsium bakteri uji memliki kemampuan mendegradasi minyak bumi berkisar %), dan pendegradasian naik menjadi 60% dengan penambahan NPK
7	Alfredo Gallego, Sonia E. Korol. Russen, Susana L. Rossi, Valeria Tri'podi, Daniel Corach Tahun 2012	Journal	<i>Aerobic Degradation Of 3-Chlorobenzoic Acid By An Indigenous Strai Isolated From A Polluted River</i>	Isolate Bakteri <i>Indigenous (Pseudomonas putida)</i> dari perairan sungai yang tercemar memilik kemampuan mendegradasi secara aerob terhadap 3- <i>chlorobezoic</i>
8	Lyle G whyte, Jalal Hawari, Charles W. Greer, Edward Zhou, Luc Bourbonniere Tahun 1998	Journal	<i>Biodegradation of Variable-Chain-Length Alkanes at Low Temperatures by a Psychrotrophic Rhodoccus sp</i>	Bakteri <i>Rhodococcus sp</i> mampu mendegradasi n-alkana rantai panjang pada suhu rendah dan ini mampu mengaatkan berbagai alkane dan hidrokarbon alifatik t pada limbah minyak bumi
9	T. Mandiri dan J.Lin Tahun 2007	Journal	<i>Isolation And Characterization Of Engine Oil Degrading Indigenous Microorganisms In Kwazulu-Natal, South Africa</i>	Bakteri pendegradasi Degradasi terbaik pada <i>Engine Oil</i> adalah konsursium ketiga <i>isolate (Flavobacterium spp, A. calcoaceticum, dan P. aeruginaso)</i> dengan kemampuan 90%
10	Setiyo Y, Made S. Utama, Wayan Tika, IBP. Gunadnya Tahun 2001	Journal	Optimalisasi Proses Bioremediasi Secara <i>In Situ</i> Pada Lahan Tercemar Pestisida Kelompok Mankozeb	Dinamika pH, populasi mikroba dan C/N tanah proses bioremediasi residu secara in-situ pada lahan budidaya hortikultura di Kawasan Wisata Bedugul berlangsung Optimal
11	Jong-Su Seo, Young-Soo Keum dan Qing X. Li Tahun 2009	Journal	<i>Bacterial Degradation of Aromatic Compounds</i>	Eksplorasi bakteri pendegradasi PAH dan aromatic heterosiklik dan penjelasan mengenai mekanisme degradasi <i>Polycyclic aromatic</i>

No	Peneliti/Tahun	Bentuk	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
				<i>hydrocarbons (PAHs) and heterocyclic aromatics</i>
12	Nunik Sulistinah dan Bambang Sunarko Tahun 2010	Journal	Biotransformasi Suksinonitril Oleh <i>Pseudomonas sp</i>	Bakteri <i>Pseudomonas sp</i> mampu tumbuh pada substrat yang mengandung suksinonitril dan mamfaat suksinonidril sebagai satu-satunya sumber carbon
13	Abo-Amer, Aly E.J. Tahun 2011	Journal	<i>Biodegradation of Diazinon by Serratia marcescens D1101 and its Use in Bioremediation of Contaminated Environment</i>	<i>Serratia mearcescens D1101</i> merupakan bakteri yang mampu mendegradasi diazinon dan meremediasi lingkungan yang tercemar

#### D. Tujuan

##### 1. Tujuan Umum

Tujuan umum pada penelitian ini adalah untuk mendapatkan gambaran umum kondisi terkini Rawa Pening terutama mengenai pencemaran pestisida terutama oleh *Profenofos* dan *Malathion* serta untuk mendapatkan bakteri indigenous Rawa Pening sebagai agen biologi yang memiliki kemampuan degradasi terbaik pada pengembangan teknologi Bioremediasi sebagai salah satu alternatif terbaik dalam mengatasi pencemaran *Organophosphat Malathion* dan *Profenofos* dari perairan.

##### 2. Tujuan khusus:

- a. Melakukan analisis kandungan residu *Organophosphat* pada air dan sedimen Rawa pening.
- b. Melakukan analisis uji kemampuan degradasi pestisida *Profenofos* dan *Malathion* terbaik oleh bakteri *Indigenous Rawa Pening* untuk mendapatkan strain bakteri *Indigenous terseleksi* yang paling unggul baik secara tunggal

- maupun secara konsorsium secara kualitatif dan kuantitatif pada konsentrasi yang optimum.
- c. Melakukan uji bioremediasi dengan menganalisis kemampuan degradasi bakteri terseleksi terbaik secara isolat tunggal dan konsorsium pada media air dan sedimen Rawa Pening yang diperkaya *Organophosphat Profenofos* dan *Malathion* pada skala laboratorium dan skala aplikasi terbatas
  - d. Memperoleh informasi genetika, identifikasi molekuler dan filogenetik dari strain bakteri *Indigenous* terseleksi yang diperoleh dari perairan dan sedimen Rawa Pening.

## **E. Manfaat Penelitian**

### **1. Manfaat Akademis**

- a. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi tulisan ilmiah yang memberikan informasi teoritis mengenai bakteri indigenous terbaik yang diperoleh dari perairan danau Rawa Pening sebagai agen bioremediasi pestisida *Organophosphat Malathion* dan *Profenofos*
- b. Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat untuk pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi terutama penelitian tentang teknologi Bioremediasi pestisida dengan memanfaatkan bakteri *Indigenous* sebagai agen biologis dan dapat memberikan pustaka baru mengenai Bioremediasi *Malathion* dan *Profenofos*.

## **2. Manfaat Strategis Bagi Bidang Lingkungan**

- a. Dengan ditemukannya bakteri indigenous pendegradasi *Malathion* dan *Profenofos*, penelitian ini diharapkan dapat menjadi upaya baru dalam mengatasi pencemaran pestisida pada lingkungan khususnya perairan Rawa Pening dan pada tempat lain yang tercemar pestisida.
- b. Memberikan masukan mengenai alternatif teknologi bioremediasi *Malathion* dan *Profenofos* dengan memanfaatkan bakteri *Indigenous Rawa Pening* kepada *Stakeholder* yang berkepentingan antara lain Badan Lingkungan Hidup, Pemerintah Daerah/Kota/Kabupaten dan pihak-pihak lain yang memerlukannya.

## **3. Manfaat Praktis**

Memberikan informasi mengenai proses degradasi *Malathion* dan *Profenofos* oleh bakteri indigenous dan informasi mengenai proses skrining dan identifikasi *strain* bakteri terseleksi yang memiliki kemampuan terbaik dalam mendegradasi pestisida *Organophosphat Malathion* dan *Profenofos*