

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) menjadi primadona baru yang sangat diminati petani tambak dewasa ini. Kelebihan udang vaname dibandingkan dengan udang lain diantaranya pertumbuhannya lebih cepat, relatif tahan terhadap penyakit, memiliki ketahanan terhadap perubahan lingkungan, kelangsungan hidup (sintasan) yang tinggi, masa pemeliharaan berkisar 100-110 hari, serta tingkat FCR-nya rendah (Lemonnier dan Brizard, 2001; Delgado, Molena, dan Cahu, 2003) menjadi faktor utama petani tambak dengan potensi ribuan hektar sepanjang pesisir pantai di Lampung Timur untuk membudidayakannya. Dimulai dari Tahun 2014, Program Kementerian Kelautan dan Perikanan, melalui Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Lampung Timur, menetapkan Kecamatan Pasir Sakti dan Labuhan Maringgai sebagai kawasan Minapolitan, dengan mengupayakan bantuan peningkatan produksi udang vaname yang fokus utama dalam program ini adalah penggunaan teknologi dan cara budidaya yang baik, sehingga menghasilkan keuntungan dan keberhasilan budidaya udang vaname (Tarunamulia, 2019).

Salah satu permasalahan pada budidaya udang tambak adalah pengelolaan limbah tambak berupa limbah lumpur atau sedimen. Limbah padat atau biosolid berupa kotoran udang, sisa pakan udang, dan udang yang membusuk, ditemukan mengendap di dasar kolam pada saat pengeringan kolam setelah masa panen. Proses terbentuknya sedimen tambak udang ini tidak terlepas dari teknik budidaya secara intensif, mulai dari perlakuan benur (benih udang), penyiapan tambak, pemberian kapur pada tambak, pemberian pakan, penggantian air baru, memiliki pengaruh yang besar terhadap kandungan bahan-bahan organik pada air tambak dan sedimennya. Sisa pakan, metabolisme berupa urin dan feses udang, tingkat mortalitas, sisa pemberian kapur serta kandungan organik awal dari penggantian air baru untuk tambak memberi kontribusi yang tinggi terhadap kandungan bahan-bahan di dalam tambak. Pakan udang yang terlarut ke dalam air tercatat sekitar 15%, sedangkan sisanya akan dimakan dan dikembalikan dalam bentuk limbah di lingkungan tambak tersebut. Jumlah pakan yang terkonversi menjadi daging udang tercatat hanya sekitar

17%, sekitar 48%-nya dibuang dalam bentuk metabolisme (ekskresi), kelebihan nutrisi, pergantian kulit udang baru (*moulting*), dan pemeliharaan, sedangkan limbah padat berupa feses yang dikembalikan ke lingkungan sekitar 20% dari pakan yang diberikan (Primavera, 1993). Limbah biosolid berupa sedimen ini dapat menimbulkan potensi defisit oksigen di dalam air tambak dan menyebabkan kondisi anaerob, sehingga dalam kurun waktu tertentu akan menimbulkan kekeruhan pada air tambak serta mempengaruhi penetrasi cahaya matahari dalam regenerasi oksigen melalui proses fotosintesis (Siregar dan Hasanah, 2006; Ginting, 1995). Kondisi ini menjadi faktor utama sedimen tambak udang berpotensi negatif terhadap udang jika tidak terurai dengan baik.

Proses penguraian bahan-bahan organik dilakukan oleh mikroorganisme berupa bakteri yang berada di dalam tambak. Hasil penguraian akan memberikan dampak positif dan daya dukung tambak, karena unsur-unsur hara yang dihasilkan dari proses ini memiliki manfaat baik bagi organisme perairan tambak dan udang vaname itu sendiri. Sebaliknya, daya dukung lahan akan berubah dan berdampak negatif dengan meningkatnya laju penurunan oksigen dalam air (*oxygen depletion rate*) jika proses penguraian tidak berlangsung dengan baik. Kondisi ini jelas akan menyebabkan tingginya kebutuhan oksigen di dalam sedimen dasar tambak (*sedymen oxygen demand*) (Meagaung, Nessa, Hanafi, dan Jalaludin, 2000), sehingga kondisi lingkungan tambak berupa lapisan air dasar permukaan tanah akan menghasilkan senyawa toksik berupa hidrogen sulfida (H_2S), amonia (NH_3), dan metana (CH_4) (Boyd, 2003). Hal ini akan menyebabkan udang menjadi stres, mengurangi nafsu makan udang, tidak tahan pada serangan penyakit hingga menyebabkan kematian pada udang (Poernomo, 1996). Kondisi ini tentu akan merugikan para petani tambak sejalan dengan menurunnya jumlah produksi udang. Sedimen yang terbentuk dari bahan-bahan organik tersebut sangat menentukan dan menjadi indikator baik tidaknya kualitas tambak.

Perawatan tambak dan pengelolaan sedimen tambak udang oleh petani tambak selama ini masih dilakukan dengan cara yang sederhana. Aktivitas petambak pada setelah masa panen selesai bergotong royong mengeruk sedimen lumpur yang telah terbentuk di dasar tambak. Sedimen tersebut diangkut dan dibuang di lingkungan tambak yaitu ditepian tambak dan belum dimanfaatkan untuk keperluan lain. Pembuangan limbah sedimen tambak udang ini dilakukan karena berpotensi merugikan, membuat udang mati, dan

mengurangi produksi udang. Sedimen tambak udang hasil penguraian bahan-bahan organik tersebut faktanya mengandung unsur-unsur hara yang sangat melimpah. Bahan organik yang dimaksud berupa karbohidrat, protein dan lemak, sedangkan bahan anorganik berupa partikel lumpur terkandung di dalam sedimen tambak udang dari limbah sisa pakan yang sangat berpotensi sebagai pupuk kompos (Wardani, Syauqi, dan Santoso, 2015). Oleh karena itu, sedimen tambak udang ini sebenarnya dapat dimanfaatkan oleh petambak menjadi produk yang memiliki nilai ekonomis yaitu pupuk organik.

Unsur-unsur organik hasil penguraian sedimen tambak udang menghasilkan nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K), dan berbagai nutrisi lainnya dengan unsur nitrogen yang tinggi (Dufault, Korkmaz, dan Ward, 2001). Selanjutnya Suwoyo, dkk. (2017) menambahkan, kandungan nutrisi (unsur hara) sedimen tambak udang terdiri dari C-organik 17,84%, Nitrogen total (N) 0,67 %, Kalium Oksida (K_2O) 1%, Fosfor (P_2O_5) 4,78%, kadar air 15,60%, dan pH 6,25. Beberapa unsur-unsur organik tersebut terbentuk dari proses pemurnian sendiri secara alami (*self-purification*) oleh mikroba alami lokal yaitu bakteri yang berada di dalam tambak udang itu sendiri atau disebut dengan bakteri indigen yang mampu mendegradasi limbah organik menjadi senyawa yang lebih sederhana. Upaya alternatif dengan menggunakan bakteri secara alami tersebut dinamakan bioremediasi (Widiyanto, 2006). Keberadaan bakteri indigen dalam mendegradasi limbah berbanding lurus antara besarnya cemaran dan jumlah bakteri indigen itu sendiri. Dalam jumlah bakteri yang terbatas, proses bioremediasi akan berjalan melambat dan membutuhkan waktu yang cukup lama.

Bioremediasi merupakan suatu usaha perbaikan lingkungan dengan melibatkan keberadaan organisme di alam. Bioremediasi membutuhkan agen makhluk hidup berupa tumbuhan, hewan, dan mikroorganisme antara lain bakteri dan jamur dalam kemampuan menguraikan senyawa toksik. Konsorsium *Basillus* sp. dan *Pseudomonas* sp. serta *Saccharomyces* sp., *Nitrosomonas* sp., dan *Nitrosobacter* sp. memiliki kemampuan menurunkan hingga 60% konsentrasi bahan organik sedimen tambak udang (Devaraja, Yusolf dan Shariff, 2002). Bakteri tersebut juga ditemukan pada Limbah Cair Nanas (LCN). Hasil penelitian Sutanto (2010) menunjukkan bahwa terdapat 15 isolat bakteri indigen pada LCN yang memiliki spesifikasi yang berbeda-beda dalam mendegradasi bahan organik seperti karbohidrat, protein, amilum, dan lemak. Bahan organik tersebut

juga terkandung di dalam sedimen tambak udang. Isolat bakteri indigen LCN mampu menguraikan bahan organik melalui proses bioremediasi, menaikkan pH serta menghasilkan CO₂ dan H₂O yang aman untuk lingkungan perairan (Sutanto, 2010:23). Bakteri indigen LCN ini diharapkan dapat mendegradasi sedimen tambak udang menjadi senyawa yang lebih sederhana.

Untuk melihat efektivitas isolat bakteri indigen LCN dalam mendegradasi sedimen tambak udang, perlu dibuat kelompok-kelompok bakteri (konsorsia) sesuai dengan kemampuan hidrolisisnya. Konsorsia bakteri indigen LCN tersebut dibentuk dari kombinasi isolat bakteri berdasarkan kelompok, jumlah, dan spesifikasi tertentu meliputi, Konsorsia 1, untuk selanjutnya disebut P1 terdiri dari 3 isolat bakteri, P2 terdiri atas 6 isolat bakteri, P3 terdiri atas 9 isolat, P4 terdiri atas 12 isolat bakteri dan P5 terdiri atas 15 isolat bakteri. Konsorsia bakteri indigen LCN ini diharapkan mampu mendegradasi sedimen tambak udang. Pengelompokan isolat bakteri ini bertujuan untuk menemukan formula bioremediator bakteri indigen LCN yang terbaik dalam mendegradasi sedimen tambak udang. Pengaplikasian formula bakteri indigen LCN ini berpotensi dalam mendegradasi sedimen tambak udang. Limbah padat berupa sedimen lumpur ini sangat potensial untuk diolah dan digunakan sebagai pupuk organik, dikarenakan mengandung adanya nutrisi dan bahan-bahan organik yang tinggi (Hasanuzzaman, Nahar, dan Fujita, 2013; Suwoyo, Tahe, dan Fahrur. 2015:641).

Pupuk organik secara alami terbentuk dari sisa-sisa materi makhluk hidup, baik berupa tanaman maupun hewan yang membusuk dan terurai secara alami menjadi hara, berbentuk cair atau padat, yang digunakan untuk mensuplai bahan organik untuk memperbaiki sifat biologi, fisik, dan kimia di dalam tanah. Sumber bahan organik dapat berupa sisa-sisa tanaman seperti daun, batang, akar, sekam padi, serta sisa tanaman lainnya. Pengelolaan sampah sisa tanaman secara baik dan benar, akan memberikan dampak yang positif baik dari nilai ekonomi, sosial, kesehatan, dan pemeliharaan lingkungan. Potensi pengolahan sampah daun dan sekam padi menjadi pupuk organik sangat tinggi, hal ini dikarenakan bahwa kandungan unsur makro berupa magnesium (Mg), kalsium (Ca), nitrogen (N), karbon (C), fosfor (P), hidrogen (H), kalium (K), sulfur(S) serta oksigen sangat banyak terkandung di dalamnya. Sedangkan unsur mikro berupa mangan, natrium, tembaga, seng, silikon, boron, kobal dan nikel keberadaannya juga dibutuhkan untuk tanaman (Khamidah, 2019:3). Limbah daun biasa ditemukan di lingkungan tempat tinggal dan belum

dimanfaatkan dengan pengelolaan yang baik dan benar. Alternatif pengelolaan limbah daun melalui proses pembakaran, masih menjadi pilihan utama bagi masyarakat, sedangkan pengelolaan limbah sekam padi baik secara langsung dipakai atau dibuat menjadi arang sekam sebagai media tanam menjadi pilihan terbaik petani karena sekam menyuplai unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman, meskipun di beberapa tempat, sekam padi masih terbuang sia-sia setelah proses penggilingan padi berlangsung.

Perpaduan antara sedimen tambak udang, arang sekam, dan limbah daun, dengan bantuan formula indigen bakteri limbah cair nanas (LCN) melalui proses fermentasi diharapkan dapat menambah kandungan unsur hara pada pupuk organik. Penelitian Ariyani (2020) membuktikan bahwa komposisi campuran 50% sedimen tambak udang, 37,5% limbah daun, 12,5% arang sekam, dan 5% LCN KB 10 merupakan variasi campuran terbaik yang memenuhi standar kualitas pupuk organik dengan kandungan nitrogen, fosfor, dan kalium. Kemampuan degradasi limbah organik ini sangat ditentukan oleh kemampuan bakteri yang terkandung di dalam formula bioremediator bakteri indigen LCN tersebut. Kemampuan bakteri menghasilkan enzim-enzim berupa protease, amilase, dan lipase mampu mengurai limbah organik sedimen tambak udang, limbah daun, dan arang sekam menjadi senyawa yang aman bagi lingkungan dan sangat bermanfaat bagi tumbuhan. Variasi bahan organik berupa campuran sedimen tambak udang, arang sekam, dan limbah daun ini menjadi dasar bagi peneliti melakukan penelitian dan menemukan formula bioremediator isolat bakteri LCN yang terbaik dalam mendegradasi bahan-bahan tersebut.

Pemanfaatan hasil penelitian ini selanjutnya diwujudkan dalam bentuk Lembar Kegiatan Peserta Didik (LKPD) *Bioentrepreneurship*. Pembelajaran Biologi SMA di sekolah pada umumnya belum memberi kesempatan bagi peserta didik memiliki keterampilan khusus berwirausaha melalui kegiatan belajar di sekolah, sehingga melalui kegiatan kewirausahaan ini akan mampu memberi bekal dan menciptakan lapangan pekerjaan setelah lulus sekolah. *Bioentrepreneurship* merupakan pendidikan kewirausahaan berbasis Biologi di mana peserta didik diharapkan mampu mengembangkan cara baru dan ide baru dalam mengatasi masalah serta menjadikannya sebuah peluang (Fitriah, 2012), sedangkan LKPD berbasis *Bioentrepreneurship* menggabungkan ilmu alam (biologi), ilmu sosial, dan teknologi (Fitriah, 2012; Senges, Brown, dan Rheingold,

2008), yang diwujudkan melalui kegiatan praktikum, membaca peluang pasar, mengolah produk dan memasarkannya.

Berdasarkan pemaparan tersebut, pengolahan dan pengelolaan limbah tambak berupa sedimen menjadi faktor yang sangat penting, baik bagi petani tambak dalam meningkatkan hasil produk berupa udang, juga terhadap lingkungan maupun bagi peserta didik dalam mengembangkan jiwa wirausaha. Penguraian sedimen tambak udang menggunakan bioremediasi sangat tepat karena selain mampu mengembalikan kondisi alami perairan tambak, juga tidak mencemari lingkungan. Proses penguraian (degradasi) sedimen tambak udang dengan menggunakan agen mikroba mampu menghasilkan kandungan unsur-unsur alami yang melimpah berupa unsur N, P, K, rasio C/N, kandungan C-organik dengan kualitas terbaik, sehingga menjadi alasan penting peneliti mengambil judul Formula Bioremediator Bakteri Indigen Limbah Cair Nanas (LCN) dalam Mendegradasi Sedimen Tambak Udang untuk Penyusunan Lembar Kegiatan Peserta Didik Berbasis *Bioentrepreneurship*.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan pemaparan latar belakang, maka dapat dirumuskan suatu permasalahan sebagai berikut:

1. Apakah terdapat pengaruh formula bioremediator bakteri indigen LCN pada kadar nitrogen sedimen tambak udang?
2. Apakah terdapat pengaruh formula bioremediator bakteri indigen LCN pada kadar fosfor sedimen tambak udang?
3. Apakah terdapat pengaruh formula bioremediator bakteri indigen LCN pada kadar kalium sedimen tambak udang?
4. Apakah terdapat pengaruh formula bioremediator bakteri indigen LCN pada kadar C-organik sedimen tambak udang?
5. Apakah terdapat pengaruh formula bioremediator bakteri indigen LCN pada rasio C/N sedimen tambak udang?
6. Apakah terdapat pengaruh formula bioremediator bakteri indigen LCN pada pH sedimen tambak udang?
7. Apakah terdapat pengaruh formula bioremediator bakteri indigen LCN pada kadar air sedimen tambak udang?
8. Bagaimana hasil penelitian ini didesain menjadi sumber belajar biologi berupa Lembar Kegiatan Peserta Didik Berbasis *Bioentrepreneurship*?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui pengaruh formula bioremediator bakteri indigen LCN pada kadar nitrogen sedimen tambak udang.
2. Untuk mengetahui pengaruh formula bioremediator bakteri indigen LCN pada kadar fosfor sedimen tambak udang.
3. Untuk mengetahui pengaruh formula bioremediator bakteri indigen LCN pada kadar kalium sedimen tambak udang.
4. Untuk mengetahui pengaruh formula bioremediator bakteri indigen LCN pada kadar C-organik sedimen tambak udang.
5. Untuk mengetahui pengaruh formula bioremediator bakteri indigen LCN pada rasio C/N sedimen tambak udang.
6. Untuk mengetahui pengaruh formula bioremediator bakteri indigen LCN pada kadar pH sedimen tambak udang.
7. Untuk mengetahui pengaruh formula bioremediator bakteri indigen LCN pada kadar air sedimen tambak udang.
8. Untuk mendesain Lembar Kegiatan Peserta Didik Berbasis *Bioentrepreneurship* dari hasil penelitian yang dilakukan.

D. Kegunaan Penelitian

Kegunaan yang didapatkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi peneliti
Menambah pengetahuan bagi peneliti tentang formula bakteri indigen limbah cair nanas untuk mendegradasi sedimen tambak udang.
2. Bagi masyarakat
 - a. Memberikan informasi kepada masyarakat tentang formula bakteri indigen limbah cair nanas untuk mendegradasi sedimen tambak udang.
 - b. Memberikan manfaat bagi masyarakat tentang pengelolaan sampah organik yang baik dan benar.
3. Bagi dunia Pendidikan
Hasil penelitian ini didesain sebagai sumber belajar biologi berupa Lembar Kegiatan Peserta Didik (LKPD) Berbasis *Bioentrepreneurship*.

E. Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup dalam penelitian ini dapat difokuskan sebagai berikut:

1. Sedimen tambak udang sebagai bahan dasar pembuatan pupuk organik berasal dari tambak udang yang berada di Pasir Sakti, Kabupaten Lampung Timur.
2. Formula bioremediator bakteri indigen LCN meliputi formula P1 terdiri dari isolat 2, 3, dan 5, formula P2 terdiri dari isolat 4, 5, 6, 7, 12, 14, formula P3 terdiri dari isolat 1, 2, 3, 8, 10, 11, 12, 14, dan 15, formula P4 terdiri dari isolat 1, 2, 3, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, dan formula P5 terdiri dari isolat 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15.
3. Jenis penelitian ini adalah eksperimen.
4. Variabel bebas (X) dalam penelitian ini adalah variasi formula bioremediator bakteri indigen LCN P1, P2, P3, P4, dan P5.
5. Variabel terikat (Y) dalam penelitian ini adalah kualitas pupuk organik.
6. Objek penelitian adalah pada kadar hara makro (N, P, dan K), C- organik, rasio C/N, pH, dan kadar air.
7. Hasil penelitian ini didesain sebagai sumber belajar biologi berupa Lembar Kegiatan Peserta Didik Berbasis *Bioentrepreneurship*.