

Fahrudin

litrus.

# BIOFILM

Degradasi Limbah Amonia  
Tambak Udang



Fahrudin

# BIOFILM



Degradasi Limbah Amonia  
Tambak Udang

 Penerbit  
litrus.

---

**BIOFILM**  
**Degradasi Limbah Amonia Tambak Udang**

---

Ditulis oleh:  
**Fahrudin**

Diterbitkan, dicetak, dan didistribusikan oleh  
**PT. Literasi Nusantara Abadi Grup**  
Perumahan Puncak Joyo Agung Residence Kav. B11 Merjosari  
Kecamatan Lowokwaru Kota Malang 65144  
Telp : +6285887254603, +6285841411519  
Email: literasinusantaraofficial@gmail.com  
Web: www.penerbitlitnus.co.id  
Anggota IKAPI No. 340/JTI/2022



---

Hak Cipta dilindungi oleh undang-undang. Dilarang mengutip atau memperbanyak baik sebagian ataupun keseluruhan isi buku dengan cara apa pun tanpa izin tertulis dari penerbit.

---

Cetakan I, September 2024

Perancang sampul: Hasanuddin  
Penata letak: Hasanuddin

**ISBN : 978-623-519-237-6**

vi + 134 hlm. ; 15,5x23 cm.

©Agustus 2024

# PRAKATA

---

*Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*

Segala Puji dan Syukur kami panjatkan selalu kepada Tuhan Yang Maha Esa atas Rahmat, Taufiq, dan Hidayah yang sudah diberikan, sehingga penulis bisa menyelesaikan buku ini yang berjudul “Biofilm: Degradasi Limbah Amonia Tambak Udang”. Buku ini disusun untuk memenuhi kebutuhan perlunya tambahan referensi pada perkuliahan di perguruan tinggi, terutama pada mata kuliah pada Mikrobiologi Lingkungan atau pada mata kuliah yang relevan, termasuk yang terkait dengan Ilmu Perikanan Tambak Udang, Isi buku ini secara garis besar meliputi: Budidaya Tambak Udang di Indonesia, Tambak Udang, Siklus Nitrogen, Limbah Amonia, Dampak Amonia Pada Tambak Udang, Bakteri Nitrifikasi, Bakteri Biofilm, Kajian: Aplikasi Bakteri Biofilm Degradasi Amonia, Ecoenzymes dalam Penguraian Amoniak, Cara Mencegah Amonia Dalam Tambak, Pengendalian Amonia Pada Tambak. Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam menerbitkan buku ini. Kritik dan saran diharapkan untuk perbaikan buku ini di masa yang akan datang.

Makassar, 10 Agustus 2024

**Penulis**



# DAFTAR ISI

---

Prakata .....	iii
Daftar Isi .....	v

## 1

Budidaya Tambak Udang di Indonesia .....	1
--	---

## 2

Tambak Udang Intensif .....	11
Pakan Pada Tambak .....	17
Dampak Pakan pada Tambak .....	20

## 3

Peran Siklus Nitrogen pada Tambak .....	25
Fiksasi Nitrogen .....	28
Nitrifikasi .....	30
Amonifikasi .....	32
Denitrifikasi .....	33
Siklus Nitrogen dalam menghasilkan amonia .....	34
Siklus nitrogen dalam tambak .....	37
Nitrit dan Nitrat .....	38

## 4

Dampak Amonia Pada Tambak Udang .....	41
Amonia pada Tambak .....	43
Sumber Amonia pada Tambak .....	52

Dinamika Amonia pada Sistem Budidaya.....	58
Toksistas Amonia .....	61
<b>5</b>	
<b>Penanggulangan Pencemaran Amonia .....</b>	<b>69</b>
Manajemen Amonia pada Sistem Budidaya .....	70
Ecoenzymes dalam Penguraian Amoniak.....	77
<b>6</b>	
<b>Bakteri Nitrifikasi.....</b>	<b>81</b>
Bakteri Pendegradasi Amoniak.....	84
<b>7</b>	
<b>Bakteri Biofilm.....</b>	<b>87</b>
Struktur Biofilm.....	89
Pembentukan Biofilm .....	92
Struktur Biofilm.....	98
<b>8</b>	
<b>Kajian Aplikasi Bakteri Biofilm Degradasi Amonia.....</b>	<b>103</b>
Isolasi Bakteri Pendegradasi Amonia.....	103
Karakterisasi Air Tambak.....	104
Isolasi Bakteri Biofilm.....	106
Karakterisasi dan Identifikasi Bakteri Pendegradasi Amonia .....	109
Uji Oksidasi Senyawa Amoniak .....	110
Uji Penentuan Nitrit.....	111
Degradasi Amonia .....	113
Uji biokimia.....	119
Kajian Pengaruh Faktor Lingkungan .....	125
<b>Referensi .....</b>	<b>129</b>
<b>Biodata Penulis .....</b>	<b>133</b>

## BUDIDAYA TAMBAK UDANG DI INDONESIA

---

Indonesia memiliki garis pantai sepanjang 81.000 km dengan perairan pantainya seluas 5.8 juta km<sup>2</sup>. Pemanfaatan sumberdaya hayati perairan tersebut secara optimal diwujudkan melalui berbagai kegiatan perikanan dalam bentuk usaha budidaya pantai, laut dan kegiatan penangkapan. Sumber daya hayati merupakan salah satu modal dasar pembangunan Nasional yang sangat penting.

Indonesia masih sangat bergantung pada pasar ekspor, bahkan 70% dari total ekspor Indonesia adalah ke pasar Amerika Serikat (AS). Ketika AS melayangkan tuduhan dumping dan countervailing duty ke negara-negara produsen udang pada kuartal 4 tahun 2023, Indonesia menjadi salah satu negara yang terdampak, terutama di level petambak udang.

Ketergantungan terhadap pasar ekspor ini perlu ditanggulangi dengan menggeser strategi ke pasar lokal. Namun, per tahun 2023, pasar udang Indonesia dapat dikatakan masih lemah. Menurut data Badan Pusat Statistik (BPS), nilai median konsumsi udang per kapita dari 514 kabupaten/kota di Indonesia masih sebesar 0,43 kg/kapita.

Ketergantungan pada ekspor di saat pasar global cenderung fluktuatif serta rendahnya serapan konsumsi udang di pasar domestik membuat prospek budidaya udang vaname

terlihat kurang optimal. Namun, sebenarnya masih ada harapan untuk memperbaiki situasi ini ketika memasuki tahun 2024.

Budidaya ikan menjadi sektor produksi pangan utama yang tumbuh lebih cepat dengan menyumbang 44% dari total produksi ikan secara global. Meskipun tingkat pertumbuhan tahunan tidak lagi setinggi seperti di tahun 1980 dan 1990 an, namun pertumbuhan dua digit masih terjadi di beberapa negara, khususnya Afrika dari tahun 2006 hingga 2010 (FAO, 2018). Namun pengembangan budidaya baik secara semi intensif maupun intensif akan diikuti dengan peningkatan dampak lingkungan. Dalam prosesnya kegiatan ini menghasilkan banyak bahan organik dan nutrien yang membutuhkan perawatan dan pembuangan. Setidaknya untuk produksi 1 ton (1000 kg) dari budidaya ikan lele dihasilkan 1.190 kg bahan kering, 60 kg nitrogen dan 12 kg fosfor sebagai limbah metabolisme.

Di awal tahun 2024, harga udang di beberapa daerah juga perlahan merangkak naik. Upaya-upaya untuk meningkatkan serapan konsumsi udang domestik pun juga mulai dicanangkan beberapa pelaku industri udang.

Budidaya udang saat ini dipandang menjanjikan oleh banyak orang. Hal ini dikarenakan udang menjadi salah satu komoditas yang banyak diminati oleh pasar global. Sebagai salah satu eksportir komoditas perikanan, Indonesia cukup berkontribusi dalam pasar udang dunia (**Gambar 1**). Indonesia mampu memenuhi pasar udang dunia sebesar rata-rata 6,9 persen selama tahun 2015–2020.

Budidaya tambak merupakan suatu kegiatan membesarkan ikan dan udang dalam suatu kolam. Agar memperoleh hasil yang optimum maka perlu disiapkan suatu kondisi lingkungan tertentu yang sesuai dengan kehidupan budidaya. Faktor utama yang sangat menentukan produktivitas tambak adalah air dalam petakan tambak, yang merupakan media tumbuh bagi ikan dan udang yang dipelihara. Untuk tambak-tambak tradisional, usaha terpenting untuk menaikkan produktivitas tambak adalah dengan menyediakan air di kolam tambak dengan kualitas air yang baik.

# 2

## TAMBAK UDANG INTENSIF

---

**T**ambak merupakan kolam buatan yang biasanya berlokasi di daerah pesisir, berfungsi sebagai tempat untuk kegiatan budidaya ikan air payau. Tambak udang merupakan suatu usaha budidaya perairan yang dikembangkan oleh masyarakat atau lembaga dengan mengatur kehidupan udang dalam suatu wadah hingga ukuran ekonomis.

Pergantian air diperlukan untuk menjaga kualitas air tambak agar udang dapat tumbuh dengan optimal. Penambahan air sesuai salinitas, jika salinitas tinggi maka ditambah air tawar. Sebaliknya, jika salinitas rendah maka air yang ditambahkan berupa air laut. Pergantian air di tambak yaitu setelah umur 30 hari lebih dan dilakukan setiap tiga sampai lima hari sekali bergantung waktu pembersihan. Pergantian air berguna untuk mengencerkan bahan organik sisa metabolisme dan sisa pakan. Melakukan pergantian air secara teratur juga mampu membantu memasok oksigen terlarut.

Aerasi dilakukan dengan mengaktifkan kincir air setiap malam hari dan apabila hujan. Cara ini meminimalkan biaya produksi budidaya. Malam hari, oksigen terlarut menipis sehingga kincir perlu diaktifkan untuk menambah pasokan oksigen terlarut di air. Fungsi kincir air adalah untuk mengarahkan bahan organik pada daerah tertentu di dasar tambak, sehingga bagian tambak yang lain tetap bersih dari akumulasi bahan

organik. Dilakukan sebagai upaya manual untuk membuang endapan lumpur dan kotoran dari dasar tambak. Kualitas air sangat penting sebagai sumber utama dalam usaha budidaya udang.

Tambak udang merupakan tambak yang dipergunakan untuk budidaya berbagai jenis udang yang berada pada daerah pesisir yang memiliki potensi ekonomi yang tinggi udang sebagai salah satu jenis produk perikanan yang banyak digemari oleh masyarakat, serta merupakan komoditas ekspor yang memiliki nilai jual yang tinggi. Tambak udang terdiri atas berbagai jenis yaitu tambak intensif, tambak semi intensif dan tambak tradisional. Tambak intensif yang merupakan tambak dengan kolam buatan yang dilapisi dengan geomembran dan dilengkapi dengan dua aerator.

Tambak semi intensif merupakan kolam buatan yang dilapisi geomembran dan dilengkapi dengan 4 aerator di setiap sudut kolamnya. Tambak tradisional merupakan petakan rawa mangrove atau kolam buatan yang langsung pada kolam tanah. Budidaya udang pada tambak, selain tempat yang berada pada daerah pesisir berbagai faktor juga mendukung dalam pemeliharaan budidaya udang terutama faktor lingkungan pH dan salinitas.

Budidaya udang harus memenuhi persyaratan kualitas air tambak untuk budidaya dengan “suhu 28-32°C, oksigen terlarut >4 mg/l, pH 7-8,5, salinitas 5- 35, alkalinitas >100 mg/l”. Apabila lingkungan hidup udang kualitas air tambak itu tidak terpenuhi maka akan menyebabkan berbagai masalah pada budidaya udang seperti pertumbuhan udang lambat, nafsu makan turun, kondisi udang melemah bahkan dapat menyebabkan kematian serta berbagai penyakit seperti “Swhite Spot Syndrome Virus(WSSV), Infectious Myonecrosis Virus(IMNV), maupun Taura Syndrome Virus(TSV), Salah satu penyebab utama merebaknya penyakit tersebut adalah terjadinya degradasi lingkungan kolam”.

Berbagai syarat hidup lingkungan udang harus dipenuhi sehingga udang yang dibudidayakan dapat tumbuh dengan baik Jenis tambak intensif dan semi intensif dalam pemeliharaan budidayanya membutuhkan

# 3

## PERAN SIKLUS NITROGEN PADA TAMBAK

---

Sumber nitrogen pada sistem budidaya terutama berasal dari pakan dan hasil metabolisme ikan. Efisiensi asimilasi nitrogen oleh ikan berdampak penting bagi kualitas air dan keuntungan budidaya. Hasil dari berbagai sistem budidaya menunjukkan bahwa rata-rata sekitar 25% (kisaran 11 sampai 36%) N ditambahkan pada pakan. Selain itu ikan memanfaatkan protein pada pakan untuk menghasilkan energi. Berbeda dengan hewan darat yang sebagian besar menggunakan karbohidrat dan lipid untuk menghasilkan energi, sehingga kebutuhan protein pada ikan mencapai dua hingga tiga kali lipat dibandingkan hewan lainnya. Namun dari sejumlah pakan yang masuk, ikan hanya mampu menyerap 20-30% nutrisi, sementara sisanya diekskresikan dalam bentuk amonia dan protein organik yang merupakan produk akhir metabolisme protein. Selanjutnya dari 80% nitrogen yang diekskresikan, 90% terdapat sebagai amonia dan 10% dalam bentuk urea.

Secara umum, daur nitrogen merupakan pergerakan nitrogen dari atmosfer menuju bumi dan terjadi secara terus menerus. Siklus nitrogen sederhana memungkinkan terjadinya perubahan nitrogen dari satu wujud ke wujud kimia lainnya. Nitrogen mempunyai peran yang sangat penting bagi kelangsungan makhluk hidup di bumi. Apabila urutan daur

nitrogen terhenti, seluruh makhluk hidup yang ada di Bumi akan mati karena tidak tersedianya cadangan nitrogen.

Siklus nitrogen dalam perairan yaitu fiksasi  $N_2$ , amonifikasi, nitrifikasi dan denitrifikasi yang melibatkan beberapa bakteri yang berbeda. Sumber nitrogen anorganik dalam kolam budi daya berasal dari sisa pakan yang tidak dikonsumsi oleh ikan atau udang (uneaten feed), feses, sisa metabolisme, alga, bakteri, fiksasi dari udara dan pupuk nitrogen. Pakan merupakan sumber utama nitrogen dalam air karena mengandung protein yang tinggi (>30%). Pakan yang diberikan pada udang tidak semuanya dapat dikonsumsi. Rata-rata 75-80% pakan terbuang menjadi limbah. Nitrogen anorganik dalam perairan antara lain ammonium ( $NH_4^+$ ), ammonia ( $NH_3$ ), nitrit ( $NO_2^-$ ), nitrat ( $NO_3^-$ ) dan nitrogen bebas ( $N_2$ ). Ammonium dan nitrat tidak bersifat toksik dan dibutuhkan oleh bakteri dan tumbuhan air dalam perairan, sedangkan amonia dan nitrit bersifat toksik bagi ikan atau udang.

Siklus nitrogen adalah suatu proses konversi senyawa yang mengandung unsur nitrogen menjadi berbagai macam bentuk kimiawi yang lain. Transformasi ini dapat terjadi secara biologis maupun non-biologis. Beberapa proses penting dalam siklus nitrogen, antara lain fiksasi nitrogen, mineralisasi, nitrifikasi, dan denitrifikasi. Walaupun terdapat sangat banyak molekul nitrogen di dalam atmosfer, nitrogen dalam bentuk gas tidaklah reaktif. Hanya beberapa organisme yang mampu untuk mengkonversinya menjadi senyawa organik dengan proses yang disebut fiksasi nitrogen.

Fiksasi nitrogen yang lain terjadi karena proses geofisika, seperti terjadinya kilat. Kilat memiliki peran yang sangat penting dalam kehidupan, tanpanya tidak akan ada bentuk kehidupan di bumi. Walaupun demikian, sedikit sekali makhluk hidup yang dapat menyerap senyawa nitrogen yang terbentuk dari alam tersebut. Hampir seluruh makhluk hidup mendapatkan senyawa nitrogen dari makhluk hidup yang lain. Oleh sebab itu, reaksi fiksasi nitrogen sering disebut proses topping-up atau fungsi penambahan pada tersedianya cadangan senyawa nitrogen.

# 4

## DAMPAK AMONIA PADA TAMBAK UDANG

---

Sistem budidaya tambak merupakan salah satu manajemen pemeliharaan biota perikanan yang digunakan dalam kegiatan budidaya. Sistem budidaya yang berbeda, mampu memberikan pengaruh berbeda terhadap hasil interaksi budidaya dengan lingkungan. Semakin tinggi sisa kegiatan yang digunakan dalam sistem tambak budidaya, akan menghasilkan sedimentasi dalam dasar tambak semakin meningkat. Berdasarkan berbagai kajian, sistem tambak budidaya di Indonesia tidak akan terlepas dari pengolahan tanah dan air sebagai komponen utama wadah budidaya.

Dasar tambak merupakan salah satu bagian wadah budidaya yang sangat penting peranannya dalam kegiatan budidaya. Setiap sistem diharapkan memiliki dasar tambak yang baik, artinya tidak hanya mampu menahan air, menerima sisa pakan maupun sisa metabolisme udang, namun juga mampu menyediakan berbagai unsur hara untuk makanan alami udang. Kemampuan tanah menyediakan berbagai unsur hara yang diperlukan untuk pertumbuhan makanan alami dipengaruhi oleh kesuburan tambak dan ditentukan pula oleh komposisi kimiawi tanah dasar. Senyawa yang tertampung dalam dasar tambak terdiri dari dua macam yaitu senyawa terlarut  $<0,5 \mu\text{m}$  (larut dalam air) dan senyawa tidak terlarut yang berukuran  $>0,5 \mu\text{m}$  yang akibatnya

mampu terjadi pengendapan pada suatu titik tertentu dan akan terjadi akumulasi yang meningkat dengan cepat.

Pakan udang merupakan salah satu sumber bahan organik yang dapat mengganggu kestabilan lingkungan tambak karena sifatnya mudah larut, mengendap dan mengalami pembusukan. Jumlah pengendapan senyawa toksik yang dihasilkan tergantung dari masukan pakan pada sistem budidaya yang digunakan. Segi energetik menunjukkan pakan akan dimetabolisme dan digunakan udang untuk dua tujuan yaitu pemeliharaan (*maintenance*) dan pertumbuhan, selebihnya akan menghasilkan sisa pakan dan sisa metabolisme. Oleh karena itu pakan yang diberikan harus memenuhi syarat dari nilai gizinya maupun daya larut dalam air tambak sehingga pakan tidak terbuang sia-sia, supaya kepadatan udang harus bersinergis dengan jumlah pakan yang diberikan. Salah satu yang berpengaruh pada jumlah pakan dan kepadatan biota budidaya dalam wadah budidaya adalah sistem budidaya yang dipergunakan.

Semakin intensif sistem budidaya yang dipergunakan, semakin banyak kelimpahan biota dan masukan pakan yang diberikan. Hal ini akan berpengaruh terhadap jumlah sisa metabolisme dan sisa pakan yang terendap dalam dasar tambak. Tiga macam sistem budidaya yang sering digunakan adalah tradisional, semi intensif dan intensif. Perlakuan dan penggunaan benur yang sama pada tambak belum tentu mampumenghasilkan tonase/ukuran biota produk panen yang sama. Banyak faktor yang berpengaruh terhadap keberhasilan kegiatan bertambak. Di antaranya, dekomposisi dan pertukaran nutrien dalam tambak belum tentu dapat mencapai tingkat sempurna. Manajemen kualitas air dianggap sebagai salah satu faktor budidaya paling penting, tetapi banyak bukti bahwa kondisi dasar tambak dan pertukaran substansi antara tanah dan air sangat berpengaruh terhadap kualitas airnya.

Manajemen dasar tambak dan kolom perairannya dijadikan sebagai salah satu faktor penting yang harus dijaga dan diperhatikan keseimbangannya. Produkti- vitas dasar dan kolom perairan tambak tidak akan terlepas dari oksigen, hasil limbah organik dan anorganik

# 5

## PENANGGULANGAN PENCEMARAN AMONIA

---

Salah satu cara untuk menanggulangi kandungan amoniak pada tambak adalah dengan cara melalui perombakan oleh bakteri, yaitu dengan memanfaatkan bakteri biofilm yang ada pada tambak itu sendiri. Biofilm dapat didefinisikan sebagai suatu struktur komunitas sel-sel bakteri yang dibungkus oleh matriks polimer yang dihasilkan bakteri itu sendiri dan menempel pada permukaan. Biofilm dapat ditemukan pada semua bakteri hidup. Bakteri dalam biofilm berbeda secara genotip dan fenotip dari bentuk planktonik adalah bakteri yang terapung sebagai sel tunggal dalam air.

Bakteri memiliki peranan penting dalam merombak bahan-bahan organik. Perombakan ini bertujuan agar bahan-bahan organik ini tidak menjadi toksik bagi perairan terutama bagi biota yang dipelihara dalam tambak. Apabila proses perombakan ini berjalan dengan baik, maka bahan-bahan organik yang berada di dalam sistem tidak akan menjadi toksik. Perombakan Amoniak dapat dilakukan dengan cara biologis, salah satunya yaitu dengan proses nitrifikasi. Proses nitrifikasi didefinisikan sebagai konversi nitrogen amonium ( $\text{NH}_4\text{-N}$ ) menjadi nitrit ( $\text{NO}_2\text{-N}$ ) yang kemudian menjadi nitrat ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ) yang dilakukan oleh bakteri autotropik dan heterotropik.

Komunitas bakteri pada biofilm ini akan merubah bahan-bahan organik melalui proses amonifikasi dan nitrifikasi.

Aplikasi biofilm ini akan menurunkan kadar ammonia dalam limbah organik tambak udang dan akan meningkatkan kadar nitrat didalamnya. Dalam penerapannya perlu dilakukan uji coba penumbuhan biofilm dengan menggunakan media berpermukaan yang luas sehingga dapat menampung pertumbuhan biofilm lebih padat dan dapat meningkatkan biokonversi limbah organik tambak udang.

## Manajemen Amonia pada Sistem Budidaya

Pengelolaan untuk amonia pada kolam sistem budidaya memang masih sulit dilakukan. Namun upaya untuk mengurangi konsentrasi amonia ke tingkat yang mematikan dapat dicegah dengan beberapa metode sebagai berikut.

### 1. Manajemen pemberian pakan

Pemberian pakan berlebih adalah hal utama yang menyebabkan tingginya konsentrasi amonia. Tingginya konsentrasi amonia diperkirakan ketika tingkat pemberian pakan melebihi 100 pon per hektar per hari, atau ketika terjadi penumpukan pakan yang berasal dari sisa atau yang tidak termakan (Durborow, 1997). Hal pertama yang dapat dilakukan ketika amonia terdapat pada kolam adalah mengurangi pakan atau tidak memberi makan ikan. Saat periode stres amonia ikan tidak mungkin makan, sehingga pemberian pakan hanya akan mengakibatkan pakan tidak termakan dan menumpuk pada sistem budidaya., dan menghentikan pemberian pakan akan memungkinkan siklus nitrogen alami terus berjalan mengurangi beban nutrisi (Francis-Floyd et al., 1996).

### 2. Pergantian air

Metode pergantian air untuk mengurangi konsentrasi amonia di kolam ikan telah dievaluasi. Setidaknya beberapa penelitian telah dilakukan pada beberapa ikan, seperti pergantian air pada kolam ikan lele sebanyak 0, 1, 2 atau 4 volume kolam selama bulan Juli hingga September tidak cukup untuk memperbaiki kualitas air budidaya. Selain itu pada kolam ikan intensif (500 m<sup>3</sup>) dengan biomassa lebih

# 6

## BAKTERI NITRIFIKASI

---

Nitrifikasi dan denitrifikasi serta bakteri yang berperan dalam nitrifikasi merupakan reaksi oksidasi, yaitu proses pembentukan nitrit atau nitrat dari amonia. Proses nitrifikasi, melibatkan bakteri pengoksidasi amonia yang bersifat autotrofik, yaitu kelompok bakteri yang terutama berperan dalam proses oksidasi amonia menjadi nitrit pada siklus nitrogen, juga pada proses penguraian nitrogen dalam sistem pengolahan limbah cair. Bakteri autotrofik yang berperan dalam oksidasi amonia menjadi nitrit adalah *Nitrosomonas*, *Nitrosococcus*, *Nitrospira*, *Nitrosolobus*, dan *Nitrosovibrio*.

Beberapa mikroorganisme yang bersifat heterotrofik juga dilaporkan mampu mengoksidasi dan melakukan nitrifikasi. Selain bakteri autotrofik, bakteri heterotrofik juga mampu mengoksidasi amonia atau nitrogen organik menjadi nitrit atau nitrat. Mikroorganisme yang termasuk dalam golongan bakteri heterotrofik antara lain adalah: fungi (*Aspergillus*) dan bakteri (*Alcaligenes*, *Arthrobacter* spp., dan *Actinomycetes*). Fungi jenis *Arthrobacter* dan *Aspergillus flavus* mampu menghasilkan nitrat dalam media yang mengandung amonia sebagai sumber nitrogen. Yang membedakan di antara keduanya adalah sumber karbon yang digunakan. Bakteri autotrofik menggunakan CO<sub>2</sub> sebagai sumber karbon, sedangkan bakteri heterotrofik menggunakan senyawa organik, seperti asetat, piruvat, dan oksaloasetat sebagai sumber karbon. Laju pertumbuhan bakteri

yang bersifat autotrofik lebih lambat dibandingkan dengan bakteri heterotrofik. Dalam nitrifikasi, amonia akan berinteraksi dengan oksigen dan menghasilkan nitrit, kemudian berinteraksi dengan bakteri jenis lain dan berubah menjadi nitrat, senyawa yang lebih aman. Denitrifikasi merupakan proses utama pendegradasi senyawa nitrogen dalam kondisi tidak ada oksigen atau anaerob.

Proses denitrifikasi mampu menghasilkan produk samping berupa  $N_2O$  yang termasuk dalam gas rumah kaca. Gas ini mampu memberikan kondisi pemanasan bumi dan kerusakan lapisan ozon di atmosfer. Denitrifikasi merupakan konversi biologis senyawa nitrat ( $NO_3^-$ ) menjadi nitrit ( $NO_2^-$ ), nitrous oksida ( $N_2O$ ) dan molekul nitrogen ( $N_2$ ). Proses denitrifikasi dijalankan secara teratur dan bertahap oleh beberapa bakteri fakultatif anaerob. Namun demikian dengan pemanfaatan bakteri tertentu dalam proses denitrifikasi dapat mengurangi produksi gas  $N_2O$  yang terdapat di wilayah estuari, contohnya wilayah tambak. Bakteri denitrifikasi mampu memanfaatkan nitrat sebagai penerima elektron terakhir untuk memperoleh energi pada kondisi oksigen terbatas atau anaerob.

Secara taksonomi dan ekologi, bakteri denitrifikasi tersebar dalam kelompok bakteri anaerob fakultatif dan anaerob obligat. Bakteri yang berperan dalam proses denitrifikasi termasuk dalam bakteri yang heterotrofik. Bakteri yang hidup dalam lingkungan estuari antara lain *Alteromonas*, *Pseudomonas*, *Erythrobacter*, *Alcaligenes*, dan *Aquaspirillum*. Bakteri denitrifikasi lebih kompetitif apabila hidup dalam lingkungan dengan kadar oksigen yang rendah, tetapi terdapat juga beberapa proses denitrifikasi yang berlangsung secara aerobik. Hal ini berkaitan dengan adanya sistem regulator sensor mikroorganisme anaerob fakultatif. Bakteri memiliki kemampuan beradaptasi dari aerob ke kondisi anaerob, demikian pula sebaliknya. *Serratia liquifaciens* merupakan salah satu bakteri sedimen estuari yang termasuk dalam bakteri denitrifikasi fakultatif, bersifat kompetitif pada suhu rendah, dan produksi gas  $N_2O$  lebih rendah dari suhu  $20^\circ C$ . Berdasarkan sumber karbonnya, bakteri denitrifikasi bersifat

# 7

## BAKTERI BIOFILM

---

**B**iofilm bakteri adalah komunitas bakteri yang menempel dan kemudian tumbuh pada permukaan bahan abiotik, serta jaringan inang. Bakteri ini melekatkan dirinya dalam matriks pelindung yang sangat terhidrasi yang disebut “zat polimer ekstraseluler” (atau kadang-kadang lendir) (EPS). Pengembangan biofilm merupakan adaptasi kuno dari prokariota yang diyakini telah memfasilitasi kelangsungan hidup di lingkungan yang tidak bersahabat, dan memungkinkan kolonisasi ceruk baru melalui mekanisme penyebaran aktif.

Biofilm adalah kumpulan sel mikroorganisme, khususnya bakteri, yang melekat di suatu permukaan dan diselimuti oleh pelekat karbohidrat yang dikeluarkan oleh bakteri. Biofilm terbentuk karena mikroorganisme cenderung menciptakan lingkungan mikro dan relung (*niche*) mereka sendiri. Biofilm memerangkap nutrisi untuk pertumbuhan populasi mikroorganisme dan membantu mencegah lepasnya sel-sel dari permukaan pada sistem yang mengalir. Permukaan sendiri adalah habitat yang penting bagi mikroorganisme karena nutrisi dapat terperangkap pada permukaan sehingga kandungan nutrisinya dapat lebih tinggi daripada di dalam larutan. Konsekuensinya, jumlah dan aktivitas mikroba pada permukaan biasanya lebih tinggi daripada di air.

Hingga tahun 1980-an, mode pertumbuhan dengan biofilm lebih dianggap sebagai sesuatu yang menarik saja dan bukan sebagai suatu studi ilmiah yang serius. Namun, bukti-bukti yang terkumpul kemudian menunjukkan bahwa pembentukan biofilm lebih disukai oleh mikroorganisme, dan hampir semua permukaan yang terkena kontak dengan mikroba dapat mendukung pembentukan biofilm sehingga memengaruhi kehidupan manusia. Atas dasar tersebut, studi mengenai biofilm menjadi lebih intensif. Selain bakteri, mikroorganisme lainnya seperti alga dan khamir (fungi bersel satu) juga dapat membentuk biofilm, tetapi biofilm bakteri adalah yang paling banyak dipelajari dan dirujuk sebagai contoh.

Asal usul biofilm dapat ditelusuri hingga 3,5 miliar tahun yang lalu berdasarkan fosil biofilm yang ditemukan di Afrika bagian selatan dan Australia Barat. Fosil biofilm tersebut berbentuk stromatolit (Bahasa Yunani *stroma*, "tempat tidur", dan *lithos*, "batu") yaitu kubah bergaris-garis yang tersusun dari batuan sedimen yang sangat mirip dengan kerak berlapis-lapis, yang sekarang ini terbentuk pada dasar rawa berair asin dan beberapa laguna laut hangat oleh koloni bakteri dan sianobakteri. Biofilm terbentuk karena prakarsa koloni bakteri dan sianobakteri yang melekat pada batuan tersebut. Sampai saat ini, fosil tersebut adalah fosil organisme hidup tertua yang diketahui sehingga biofilm diperkirakan sudah ada pada awal mula kehidupan di bumi.

Biofilm bakteri adalah komunitas bakteri kompleks yang disatukan oleh polimer yang diproduksi sendiri yang sebagian besar terdiri dari polisakarida, protein yang disekresikan, dan DNA ekstraseluler. Pengaturan kolektif dan multiseluler ini seringkali bersifat sementara, namun secara signifikan meningkatkan kelangsungan hidup. Definisi biofilm menurut IUPAC adalah "Agregat mikroorganisme, seperti bakteri, di mana sel-selnya sering tertanam dalam matriks zat polimer ekstraseluler (EPS) yang diproduksi sendiri dan melekat satu sama lain dan/atau pada suatu permukaan". Biofilm umumnya terbentuk pada permukaan padat atau dalam flok ketika tidak ada substrat, yaitu beberapa biofilm sangat mudah

# 8

## KAJIAN APLIKASI BAKTERI BIOFILM DEGRADASI AMONIA

---

### Isolasi Bakteri Pendegradasi Amonia

Pembuatan media nitrifikasi untuk medium spesifik *Nitrosomonas* sp. dengan komposisi adalah 0,5 g  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ , 0,2 g  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ , 0,04 g,  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , 0,04 g  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , 0,5 g Fe-sitrat, 0,5 g Fenol-red (pH 6.2-8.4) dan 20 g bakto agar. Semua bahan dimasukkan ke dalam erlenmeyer dan dilarutkan dengan akuades sebanyak 500 ml, kemudian dipanaskan di atas *hotplate* sambil diaduk hingga larut. Media disterilisasi dalam autoklaf pada suhu  $121^\circ\text{C}$  selama 15 menit. Medium spesifik *Nitrobacter* sp. dengan komposisi adalah 0,006 g  $\text{KNO}_2$ , 1,0 g  $\text{K}_2\text{HPO}_4$ , 0,3 g  $\text{NaCl}$ , 0,1 g  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , 0,03 g  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , 1,0 g  $\text{CaCO}_3$ , 0,3 g  $\text{CaCl}_2$ , 20 g bakto agar. Semua bahan dimasukkan ke dalam erlenmeyer dan dilarutkan dengan akuades sebanyak 500 ml, kemudian dipanaskan di atas *hotplate* sambil diaduk hingga larut. Media disterilisasi dalam autoklaf pada suhu  $121^\circ\text{C}$  selama 15 menit.

Isolasi bakteri pendegradasi amonia. Isolasi bakteri dilakukan dengan metode tuang (*pour plate*). Pengenceran dilakukan pada tingkat  $10^{-1}$  sampai  $10^{-3}$  dengan menginokulasikan 0,1 mL suspensi dari setiap pengenceran kemudian dimasukkan kedalam cawan petri secara aseptis. Media khusus Nitrifikasi dituangkan dan diratakan agar media homogen kemudian media di inkubasi pada suhu  $37^\circ\text{C}$  selama 48 jam. Pemurnian

bakteri dilakukan dengan cara masing-masing koloni bakteri yang tumbuh diambil menggunakan ose secara aseptis dan digoreskan pada media agar nitrifikasi. Media yang telah diinokulasi kemudian diinkubasi selama 72 jam pada suhu 37°C.

### Karakterisasi Air Tambak

Hasil analisis kandungan amonia pada tambak udang diperoleh pada kolom air tambak adalah 0,107 ppm dan pada sedimen adalah 0,280 ppm, demikian pula pada karakterisasi tambak udang meliputi C, N, P dan K (**Tabel 1**). Karakterisasi ini dilakukan untuk mengetahui kondisi awal pada tambak. Berdasarkan kandungan amonia yang diperoleh tersebut pada air tambak menunjukkan masih dibawah standar baku mutu, sebaliknya kandungan amonia pada sedimen menunjukkan sudah melebihi standar baku. Kandungan amonia yang bersifat beracun bagi udang jika konsentrasinya > 0,2 ppm, konsentrasi amonia pada tambak yang masih normal adalah 0,1 ppm. Kosentrasi amonia lebih dari 1,0 mg/l dapat menyebabkan kematian pada udang. Kandungan amonia pada sedimen juga dapat bersifat toksik terhadap bakteri nitrifikasi karena amonia yang terkandung tidak terionisasi. Amonia tersebut yang terkandung dalam tambak udang dapat bersumber dari sisa pakan udang yang sudah tidak termakan, akan terlarut pada air ataupun mengendap pada sedimen. Keberadaan amonia sebagai akibat dari hasil penguraian sisa pakan yang terakumulasi pada air ataupun pada sedimen tambak udang.

**Tabel 1.** Kandungan amonia, dan C, N, P, K , dan nilai pH pada tambak udang

Analysis	Bagian tambak	
	Air	Sedimen
Amonia	0,107 ppm	0,280 ppm
C-organik	0,12 %	0,46 %
N- total	58,90 ppm	71,22 ppm
P	0,087%	0,16 %
K	0,052 %	0,088%
Nilai pH	6,2	5,8

## REFERENSI

---

- Agustiyani D., Hartati I., Tanto, dan Haryanto. 2011. Karakter Pertumbuhan dan Aktivitas Nitrifikasi Kultur Mikroba N-Sw 1, laporan penelitian Bidang Mikrobiologi, Puslit Biologi-LIPI, Jl. Ir. H. Juanda 18, Bogor 16002.
- Ahyuningsih, S., Arbi, MG. 2020. Amonia Pada Sistem Budidaya Ikan Jurnal Ilmiah Indonesia. 5 (2).
- Akhmad Mustafa, Irmawati Sapo, dan Mudian Paena,. 2010. Keragaman budidaya tambak di Sulawesi Selatan dengan menggunakan data sensus. Media Akuakultur. (5)2: 21-26.
- Apriyanti D., Vera I., dan Yusraini, S. Siregar 2013. Pengkajian metode analisis amonia dalam air dengan metode salicylate test kit. Ecolab 7 (2): 49 – 108.
- Azizah, R., Riniatsih, I., Pringgenis, D., Suryono, C. A., dan Suryono, S. (2017). Isolasi dan Identifikasi Bakteri Pembentuk Biofilm dari Tambak Udang Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Payau Jepara untuk Menghilangkan Amoniak. Jurnal Kelautan Tropis, 20(2), 154-160.
- Biswas, B., Naik, S.A., Deepesh, N., and Zaffar, I., 2020. Assessment of Biofilm Formation Among the Clinical Isolates of *Escherichia coli* in a Tertiary Care Hospital. *Microbiology Research Journal International*. 30(1): 26-32.
- Choeronawati, A. I., & Prayitno, S. B. (2019). Studi Kelayakan Budidaya Tambak di Lahan Pesisir Kabupaten Purworejo. Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis, 11(1), 191-204.
- Claude, EB. 2001. Baku mutu air: Total Amonia Nitrogen <https://www-globalseafood-org>.
- Colt, J. 2006. Water Quality Requirements for Reuse Systems. *Aquaculture Engineering*. 34: 143-156.

- Daba, GM., Elhanas, MO., and Elkhateeb, WA. 2021. Contributions of Exopolysaccharides from Lactic Acid Bacteria as Biotechnological Tools in Food, Pharmaceutical, and Medical Applications. *International Journal of Biological Macromolecules*, (173):79–89.
- Elfidiah, E. (2016). Study Kasus Optimalisasi Tambak Udang Dari Penemaran Amoniak (NH<sub>3</sub>) Dengan Metode Bioremediasi. *Jurnal Distilasi*, 1(1), 57-61.
- Fahrudin dan Chaera, U. 2021. Isolasi dan uji daya hambat bakteri biofilm dari tambak udang pada bakteri *Vibrio* sp. Laporan Penelitian Mandiri, Departemen Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Hasanuddin.
- Fahrudin dan Putri, G.F.T. 2021. Isolasi, karakterisasi bakteri biofilm dari tambak dan potensinya dalam degradasi amoniak. Laporan Penelitian Mandiri, Departemen Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Hasanuddin.
- Fahrudin F, Asadi A, Nurhaedar and Nursiah L 2020. Estuary Sediment Treatment for Reducing Sulfate in Acid Mine Water Environment and Natural Resources Journal (18): 191-19.
- Fahrudin, 2008. Analisis Populasi Bakteri Pada Sedimen Wetland yang Diperlakukan Dengan Air Asam Tambang. *Bioma* (2) 2: 18-23.
- Fahrudin, F., Johannes, E., and Dwyana, Z. 2019. Potential of *Thalassia hemprichii* extract against growth of biofilm-forming bacteria. *ScienceAsia*. 45: 21-27.
- Fahrudin, A. E., Shadiq, S. J. F., dan Harnawan, A. A. 2019. Pembuatan Sistem Monitoring Temperatur, pH dan Salinitas Tambak Ikan Secara Nirkabel. *Jurnal Fisika Flux: Jurnal Ilmiah Fisika FMIPA Universitas Lambung Mangkurat*, 1(1), 128-137.
- Francis-Floyd, R., Watson, C., Petty, D., Pourder, DB. 1996. Ammonia in aquatic systems. Univ. Florida, Dept. Fisheries Aquatic Sci, Florida Coop, Ext. Serv. FA-16, 4 pp.
- Garno, YS. 2004. Pengembangan Budidaya Udang Dan Potensi Pencemarannya Pada Perairan Pesisir. *Jurnal Teknologi Lingkungan*. (5)3:187-192.
- Gunardi, W.D., 2017. *Peranan Biofilm dalam Kaitannya dengan Penyakit Infeksi*. Universitas Kristen Krida Wacana.
- Hamzah, H.2021. Minyak Masoyi Sebagai Antibiofilm Penerbit Cv. Pena Persada, Banyumas.
- Hasna, Megawati, Abdullah. 2022. Pengaruh Jumlah Pakan Terhadap Laju Pertumbuhan Udang *Vaname* (*Litopenaeus vannamei*) Di Pt. Gosyen

- Global Aquaculture Bulukumba, Sulawesi Selatan. *Journal of Applied Agribusiness and Agrotechnology*. 01(2): 1-6.
- Hastuti S., Subandiyono. 2011. Performa Hematologis Ikan Lele Dumbo (*Clarias geriepinus* dan Kualitas Air pada Sistem Budidaya dengan Penerapan Kolam Biofiltrasi. *Jurnal Saintek Perikanan*. 6(2): 1-5.
- Hidayati, A.N., dan Chesia, C.L., 2019. *Peran Biofilm terhadap Infeksi Saluran Genital yang Disebabkan oleh Vaginosis Bacterial*. Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga.
- Homenta, H., 2016. Infeksi Biofilm Bacterial. *Jurnal E-Biomedik*. 4(1): 1-11.  
<https://biologi.uma.ac.id/2023/10/23/ecoenzymes-dalam-penguraian-amoniak-untuk-meningkatkan-kesehatan-tambak-udang/>  
<https://cvpradiptaparamita.com/pengendalian-amonia-pada-tambak/>  
<https://fpk.unair.ac.id/siklus-nitrogen-dalam-kolam-koi-cyprinus-carp-koi/>  
<https://microbiologysociety-org.translate.goog/why-microbiology-matters/what-is-microbiology/microbes-and-the-outdoors/nitrogen-cycle.html?>  
<https://thefishsite-com.translate.goog/articles/how-to-handle-ammonia-spikes-when-farming-shrimp-water-quality?>  
<https://www-globalseafood-org.translate.goog/advocate/water-quality-standards-total-ammonia-nitrogen/?>
- Kathyayani SA, Poornima M, Sukumaran S, Nagavel A, Muralidhar M. 2019. Effect of ammonia stress on immune variables of Pacific white shrimp *Penaeus vannamei* under varying levels of pH and susceptibility to white spot syndrome virus. *Ecotoxicol Environ Saf*. 30 (184):109626. doi: 10.1016/j.ecoenv.2019.109626.
- Lee, C., Lee, KJ. 2018. Dietary protein requirement of Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* in three different growth stages. *Fish Aquatic Sci* (21):30-35. <https://doi.org/10.1186/s41240-018-0105-0>.
- Lehtovirta-Morley, L. E. 2018. Ammonia oxidation: Ecology, physiology, biochemistry and why they must all come together. *FEMS microbiology letters*, 365(9): 58-63.
- Liu CH and Chen JC. 2004. Effect of ammonia on the immune response of white shrimp *Litopenaeus vannamei* and its susceptibility to *Vibrio alginolyticus*. *Fish Shellfish Immunol*. 16(3):321-34. doi: 10.1016/S1050-4648(03)00113-X. PMID: 15123301.
- Madigan MT, Martinko JM, Brock TD. 2006. *Brock Biology of Microorganisms*. 11th Ed. New Jersey: Pearson Prentice Hall. Hal: 617-619.

- Monroe, D. 2007. Looking for Chinks in the Armor of Bacterial Biofilms. *PLoS Biol* 5(11): 307
- Nainggolan, TA., Siti K., Masnur, T. 2015. Bakteri Pendegradasi Amonia Limbah Cair Karet Pontianak Kalimantan Barat, *Protobiont*. 4 (2): 69-76.
- Program studi Biologi, Fakultas sains dan teknologi univesitas medan area. Ecoenzymes dalam Penguraian Amoniak untuk Meningkatkan Kesehatan Tambak Udang <https://biologi.uma.ac.id/2023/10/23/ecoenzymes-dalam-penguraian-amoniak-untuk-meningkatkan-kesehatan-tambak-udang/>.
- Purbowati, R., 2016. Hubungan Biofilm dengan Infeksi: Implikasi pada Kesehatan Masyarakat dan Strategi Mengontrolnya. *Jurnal Ilmiah Kedokteran*. 5(1): 1-14.
- Pusat Ensiklopedia <https://p2k.stekom.ac.id/ensiklopedia/Biofilm>.
- Rahman, A., Graham K., Razamin R., Zainoddin J., dan Ku-Mahamud. 2017. Shrimp Feed Formulation via Evolutionary Algorithm with Power Heuristics for Handling Constraints. *Complexity*, (12): 2017-2022. <https://doi.org/10.1155/2017/7053710>.
- Randall, DJ., Tsui, TKN. 2002. Ammonia Toxicity in Fish. *Marine Pollution Bulletin*, 45: 17-23.
- Sri, W dan Arbi, Mei G. 2020. Amonia Pada Sistem Budidaya Ikan. *Syntax Literat: Jurnal Ilmiah Indonesia*. 5 (2):112-125.
- Svobodova, Z., Lloyd, R., Machova, J., Vykusova, B. 1993. Water Quality and Fish Health. EIFAC Technical Paper No. 54. FAO. Rome. 59p. <https://www.gramedia.com/literasi/siklus-nitrogen/>
- Zhang, Y., Zhao, L., Song, T. 2020. Simultaneous nitrification and denitrification in an aerobic biofilm biosystem with loofah sponges as carriers for biodegrading hydrolyzed polyacrylamide-containing wastewater. *Bioprocess Biosyst Eng* (43): 529–540. <https://doi.org/10.1007/s00449-019-02247>.

## BIODATA PENULIS

---



**Fahrudin**

Dosen Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (F.MIPA), Universitas Hasanuddin

Penulis Lahir di Soppeng, 15 September 1965. Memperoleh Gelar Sarjana Biologi di Program Studi Biologi, Universitas Hasanuddin (1991), gelar Master bidang Bioteknologi di Universitas Gadjah Mada (2000), dan gelar Doktor pada bidang Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan di Institut Pertanian Bogor (2006), kemudian tahun 2021 meraih gelar akademik tertinggi sebagai Guru Besar. Bekerja sebagai dosen, sejak tahun 1991–sekarang; pernah menjadi dosen lepas di Program Studi Bioteknologi Universitas Al Azhar Indonesia (UAI), Jakarta tahun 2004–2006 dan mengajar di Surya Institute, Tangerang tahun 2004–2005, kemudian, bergabung pada Chairul Tanjung Foundation di Medan tahun 2010–2012. Aktif mengikuti seminar nasional dan internasional sebagai pemakalah. Menggeluti dunia tulis-menulis sejak duduk di bangku SMA hingga sekarang. Penulis pernah aktif menulis artikel dan opini

di majalah dan di koran lokal: Pedoman Rakyat, Harian Fajar, Tribun Timur (Makassar), Waspada (Medan), termasuk koran nasional, Kompas, pernah mendapatkan penghargaan dari Pusat Kurikulum dan Perbukuan Badan Penelitian–Jakarta dalam penulisan Buku Pengayaan. Sebagai seorang dosen, telah menerbitkan buku bahan ajar untuk Perguruan Tinggi Bioteknologi Lingkungan pada tahun 2010 (Penerbit Alfabeta); Pada tahun 2013, menulis buku biografi berjudul Berbisnis dengan Allah Lewat Supermarket Syariah (Penerbit: Mutiara Media), Became an Excellent Principal (Penerbit Elexmedia Komputindo), tahun 2015 Fendi Leong: Sang Pengusaha Mencari Tuhan (Pustaka Ilmu). Tahun 2019 buku ajar Pengolahan limbah Tambang Secara Biologi (Celebes Penerbit); selanjutnya menulis kembali biografi Tahun 2020 Nurdin Abdullah, Act Locally, Think Globally (Noura Books) dan tahun 2022 menulis buku ajar Mikrobiologi Pengolahan Limbah Tambang (Qiara Media), pada Tahun yang sama 2022 menulis dua buku ajar yaitu Pengelohan Sampah Organik (Penerbit Get Press) dan Aplikasi Bioteknologi (Penerbit Get Press).



# BIOFILM

Degradasi Limbah Amonia  
Tambak Udang

P enambahan areal luas tambak di Indonesia, terus mengalami peningkatan, termasuk tambak budidaya udang merupakan salah satu komoditas unggulan. Faktor utama yang sangat menentukan produktivitas tambak adalah air dalam petakan tambak, karena air merupakan media tumbuh bagi udang yang dipelihara. Kegiatan budidaya udang di tambak menghasilkan limbah organik, baik yang berasal dari sisa pakan yang tidak termakan, maupun kotoran udang serta plankton yang mati. Dalam ekosistem tambak, tidak semua pakan yang diberikan dapat dimakan oleh udang. Penguraian bahan organik dari pakan ini akan menghasilkan amonia yang bersifat toksik dan dapat menghambat pertumbuhan udang, bahkan dapat sampai mematikan. Salah satu cara untuk menanggulangi kandungan amonia pada tambak adalah dengan cara melalui perombakan oleh bakteri, yaitu dengan memanfaatkan bakteri biofilm yang ada pada tambak itu sendiri. Biofilm dapat didefinisikan sebagai suatu struktur komunitas sel-sel bakteri yang dibungkus oleh matriks polimer yang dihasilkan bakteri itu sendiri dan menempel pada permukaan. Bakteri biofilm ini dapat menjadi agen bioremediasi secara alami mendegradasi amonia pada tambak udang.

Penerbit  
**litnus.**



literasinusantaraofficial@gmail.com  
www.penerbitlitnus.co.id  
@litnuspenerbit  
literasinusantara\_  
085755971589

Pendidikan

+17

ISSN 978-623-519-237-6



9 786235 192376