



POLICY BRIEF 2019/2

Manajemen kualitas air dan komunitas bakteri pada tambak udang di Rembang, Indonesia: Menuju akuakultur udang yang berkelanjutan

Ringkasan

Budidaya udang, termasuk di dalamnya udang vanname (*Litopenaeus vannamei*), seringkali menghadapi masalah terkait penurunan kualitas air dan penyakit, yang disebabkan oleh bakteri. Untuk mengatasi hal-hal ini, petambak melakukan penggantian air tambak dengan air laut dan menambahkan probiotik secara rutin. Usaha-usaha tersebut menyebabkan munculnya permasalahan lingkungan dan mengakibatkan biaya operasional yang tinggi.

Kami menginvestigasi kualitas air dan komunitas bakteri dari sampel air tambak pada dua sistem budidaya udang yaitu sistem semi intensif dan intensif. Pada kedua sistem ini, petambak tidak melakukan pergantian air tambak pada saat pemeliharaan udang berlangsung hingga akhir siklus panen. Kami menemukan beragam bakteri heterotrofik halofilik (bakteri yang mampu hidup pada salinitas air laut) di air tambak, yang merupakan bakteri menguntungkan dalam proses budidaya udang. Penyakit udang (berak putih) terjadi di kedua sistem, bersamaan dengan penurunan pH atau derajat keasaman dan perubahan komunitas bakteri yang dominan. Namun demikian, penyakit berak putih berhenti saat pH dinaikkan hingga ambang di atas 8. Oleh karena itu, kami menyarankan untuk menambahkan kapur (misalnya kapur pertanian), membuang lumpur secara berkala ke petak/ kolam pengumpul lumpur dan menambahkan air laut yang telah diproses (diklorinasi) untuk menjaga kualitas air, khususnya pH dan salinitas. Kami juga menganjurkan penambahan molase (tetes tebu) ke tambak untuk meningkatkan keberadaan pakan alami dan untuk menjaga struktur komunitas bakteri yang menguntungkan.

Pengaturan kualitas air tambak dan dinamika komunitas bakteri mampu menghindarkan kegagalan budidaya, menurunkan biaya produksi dan meminimalkan polusi yang disebabkan oleh buangan air tambak.

Hasil Penelitian yang Signifikan

- Tambak dengan sistem intensif memiliki salinitas, kandungan fitoplankton, partikel terlarut, fluktuasi pH dan oksigen terlarut yang lebih besar. Di samping itu, tambak-tambak intensif juga menghasilkan panen yang lebih banyak dibandingkan sistem semi intensif.
- Bakteri heterotrofik halofilik seperti *Halomonas*, *Psychrobacter*, *Salegentibacter* dan *Sulfitobacter* merupakan bakteri dominan yang dijumpai di kedua sistem tambak. Keberadaan bakteri-bakteri tersebut dan pH di atas 8 mampu menekan pertumbuhan bakteri patogen oportunistik seperti *Alteromonas*, *Pseudoalteromonas* dan *Vibrio* yang berkontribusi pada kemunculan penyakit berak putih.
- Molase berperan memperbaiki kualitas pakan alami (bio-flocs) dan komunitas bakteri halofilik. Bio-flocs berperan sebagai sumber pakan alternatif sehingga mampu mengganti pakan pelet dan mengurangi biaya pakan udang.

Rekomendasi

- Peraturan tentang budidaya udang seharusnya menyertakan prosedur operasi standar (*Standard Operating Procedures/ SOP*) untuk pemeliharaan kualitas air tambak dan rasio pergantian air tambak yang diizinkan.
- Peraturan seharusnya menyertakan standar untuk probiotik dengan memperhatikan kandungan bakteri dan prosedur aplikasi probiotik.
- Proses budidaya dapat ditingkatkan dengan pembentukan bio-flocs, pembuangan lumpur dan pemeliharaan kualitas air tambak.

KONTEKS

Kabupaten Rembang adalah salah satu sentra penghasil udang di Provinsi Jawa Tengah (Gambar 1). Budidaya udang di daerah ini dilakukan secara masif sejak tahun 1990, yang dimiliki dan dikelola oleh perorangan maupun masyarakat. Sejak tahun 2005, budidaya udang sistem monokultur dioperasikan oleh beberapa usaha kecil dan menengah (UKM). Saat ini, panen udang mengalami penurunan karena kendala budidaya dan penyakit yang kerap muncul. Untuk mengurangi kendala budidaya, UKM-UKM menerapkan beberapa sistem budidaya seperti budidaya secara ekstensif, semi intensif dan intensif. Selain itu, operator tambak udang menambahkan probiotik ke dalam tambak untuk mempercepat pertumbuhan udang, menjaga konsentrasi nutrient anorganik dan menekan pertumbuhan bakteri *Vibrio*. Akan tetapi, panen udang tetap di bawah optimal dan penyakit udang masih sering terjadi.

Manajemen tambak, khususnya manajemen proses budidaya adalah faktor penting dalam budidaya udang. Suplai pakan yang terus menerus dan akumulasi bahan organik selama proses budidaya mempengaruhi kualitas air, komunitas bakteri dan udang yang dibudidayakan. Hal ini menjadi perhatian pegawai dan pemilik tambak. Disamping itu, perlu dilakukan evaluasi terhadap penggunaan probiotik yang biasa diberikan karena probiotik tersebut ternyata tidak efektif untuk mencegah penyakit pada udang. Sementara, biaya pembelian probiotik dan pakan menyumbang lebih dari 50% biaya operasional pada budidaya udang. Apabila budidaya mengalami kendala atau bahkan gagal panen, kerugian ekonomis yang terjadi sangat besar. Salah satu dampak dari budidaya udang adalah potensi terjadinya eutrofikasi

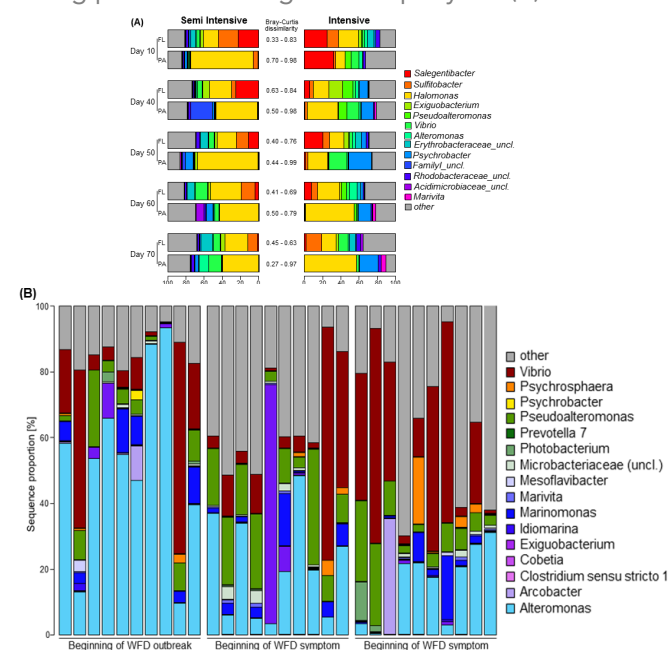
Gambar 1: Peta Kabupaten Rembang, Jawa Tengah Indonesia. Kotak kuning menunjukkan lokasi penelitian.



yangmana terjadi peningkatan kandungan mineral, nutrien anorganik (misalnya ammonium, nitrit, nitrat, fosfat) dan jumlah plankton dan bakteri. Pergantian air tambak rutin sebagai salah satu teknik yang lazim dikerjakan selama proses budidaya udang bisa mengakibatkan polusi di lingkungan yang berdekatan dengan lokasi tambak udang seperti mangrove, lamun atau ekosistem pesisir lainnya.

Sebagai sebuah ekosistem yang bersifat eutrofik, tambak udang mengandung beranekaragam mikroorganisme, termasuk bakteri yang berinteraksi dengan udang dalam berbagai tingkat interaksi ekologis. Bakteri berperan vital dalam budidaya udang, misalnya dalam siklus nutrient anorganik, dekomposisi bahan organik dan sebagai sumber pakan alami. Sebaliknya, bakteri juga mampu menyebabkan penyakit pada udang dengan berbagai tingkat infeksi. Oleh karena itu, informasi tentang komposisi komunitas bakteri pada tambak udang dan parameter kualitas air tambak yang mempengaruhi komunitas bakteri secara signifikan atau bahkan membentuk komunitas bakteri adalah sangat penting. Selain itu, diperlukan suatu metode yang cepat dan tepat untuk mengidentifikasi dan menghitung bakteri patogen. Dengan metode komprehensif ini, perbaikan proses budidaya udang khususnya dalam hal pencegahan penyakit, produksi panen yang lebih tinggi dan peningkatan efisiensi budidaya, terutama biaya pakan dan probiotik serta pengurangan dampak negatif dari budidaya tambak udang dapat tercapai.

Gambar 2: Komposisi komunitas bakteri di air tambak pada saat tidak ada penyakit (A) dan di kotoran udang pada saat udang terkena penyakit (B).



PENELITIAN & HASIL

Kami meneliti proses budidaya udang berdasarkan pengukuran secara berkala terhadap parameter fisika dan biogeokimia air tambak, serta profil komunitas bakteri termasuk bakteri *Vibrio parahaemolyticus* yang merupakan patogen pada budidaya udang.

Kami membandingkan kualitas air dan komposisi bakteri pada dua sistem budidaya udang, yaitu sistem semi-intensif dan sistem intensif di Kabupaten Rembang, Jawa Tengah. Tambak-tambak udang diklasifikasikan berdasarkan perbedaan kepadatan benur udang (post-larvae/ PL) dalam jumlah 40 PL per meter kubik untuk sistem semi-intensif dan 90 PL per meter kubik untuk sistem intensif. Kami juga membuat agregat dari suspensi atau partikel terlarut yang disebut *bioflocs*, sebagai pakan alami udang selama proses budidaya dalam rangka mengurangi penggunaan pakan dan menjaga komposisi bakteri yang mendukung budidaya.

Parameter fisika-kimia pada air tambak semi-intensif dan intensif

Pada dua sistem budidaya udang, parameter-parameter fisika dan biogeokimia seperti pH, salinitas, total partikel terlarut, klorofil-a dan nutrisi anorganik bervariasi. Hal ini disebabkan oleh perbedaan cara budidaya dan perlakuan harian yang diberikan dalam budidaya udang. Perbedaan-perbedaan ini mencakup jumlah pakan yang diberikan dan perlakuan-perlakuan tambahan yang diberikan seperti penambahan batu kapur atau kapur pertanian, probiotik, fermentasi bekatul dan molase.

Jumlah fitoplankton naik seiring dengan bertambahnya waktu budidaya. Laju penguapan dan penambahan air untuk menjaga volume air tambak yang berkurang akibat penguapan bisa berpengaruh kepada salinitas air tambak. Untuk mengurangi perubahan salinitas yang sangat drastis, perlu disiapkan cadangan air tambak steril yang cukup. Meskipun terdapat perbedaan antara jumlah pakan pelet yang diberikan dan jumlah udang yang dibudidayakan pada sistem semi-intensif dan intensif, konsentrasi nutrisi anorganik pada tambak-tambak yang diteliti, terutama konsentrasi amonium dan nitrit masih berada jauh dari konsentrasi yang mampu mematikan udang vannamei.

Kadar pH turun secara berkala dari nilai awal yang berkisar antara 8.4-7.8. Selama munculnya penyakit

berak putih ("white feces disease"/WFD), pH dapat dikategorikan rendah (7.71-7.84). Hal ini mengindikasikan bahwa pH bisa berperan besar dalam munculnya penyakit. pH rendah yang berlangsung dalam rentang yang cukup lama dapat mengancam udang, sehingga diperlukan penambahan kapur atau dolomite untuk meningkatkan alkalinitas air.

Feed conversion ratio (FCR) dan total panen

"Feed conversion ratio" (FCR) bervariasi dengan rentang 1.4 hingga 2.0. FCR tergantung pada kepadatan udang dan jumlah pelet yang diberikan. Tambak-tambak intensif menghasilkan total panen 2-4 kali lipat di bandingkan tambak-tambak semi-intensif, yang berkisar di antara $3,950 \pm 284$ kg untuk tambak-tambak intensif dan $1,990 \pm 151$ kg untuk tambak-tambak semi-intensif. Selain itu, tambak intensif dapat dipanen sebanyak 4-5 kali dalam satu siklus budidaya, sedangkan tambak semi-intensif hanya dapat dipanen sebanyak 2 atau 3 panen.

Komposisi komunitas bakteri: kandidat bakteri yang menguntungkan

Bakteri heterotrofik halofilik seperti *Exiguobacterium*, *Halomonas*, *Psychrobacter*, *Salegentibacter* dan *Sulfitobacter* mendominasi komposisi komunitas bakteri pada kedua sistem budidaya. Pada penelitian kami, bakteri-bakteri ini selalu ditemukan pada sampel yang diambil saat tidak ada penyakit (Gambar 2A). *Exiguobacterium*, *Psychrobacter* dan *Salegentibacter* bisa berperan dalam dekomposisi bahan organik sementara *Sulfitobacter* bisa berperan dalam proses oksidasi sulfur pada kolom air. *Halomonas*, bakteri yang paling melimpah (Gambar 2), bisa berperan dalam proses denitrifikasi. Bakteri ini juga mampu memproduksi biomolekul yang disebut polyhidroxyalkanoate (PHA) atau polyhidroxybutirate (PHB) yang bisa meningkatkan pertumbuhan udang.

Komposisi komunitas bakteri: bakteri patogen dan gen virulen dari *Vibrio parahaemolyticus*

Alteromonas, *Arcobacter*, *Marinomonas*, *Photobacterium*, *Pseudoalteromonas* dan *Vibrio* adalah bakteri yang paling dominan saat penyakit udang muncul, baik dari sampel air tambak ataupun

dari sampel udang yang terkena penyakit. Lebih jauh lagi, konsentrasi gen penyandi virulensi seperti *transmembrane regulatory protein (toxR)* dan *termolabile haemolysin (tlh)* juga ditemukan pada partikel terlarut di bandingkan di air yang tidak mengandung partikel terlarut yang mengindikasikan bahwa partikel terlarut merupakan *hotspot* bagi bakteri-bakteri patogen. Keberadaan agregat yang mengandung bakteri patogen di air tambak bisa meningkatkan kemungkinan penyebaran penyakit yang disebabkan oleh bakteri yang berada di dalam agregat.

Dampak perlakuan tambahan: probiotik, kapur dan molase

Penurunan pH hingga di bawah 8 mengakibatkan pergeseran komunitas bakteri di mana bakteri patogen oportunistik menjadi paling dominan. Secara bersamaan, penurunan pH juga mengakibatkan perubahan komunitas bakteri pada usus udang di mana bakteri baik (misalnya *Pseudomonas* dan *Acinetobacter*) berkurang secara signifikan yang bisa mengakibatkan udang lebih rentan terhadap infeksi penyakit. Untuk mengatur atau menaikkan nilai pH, diperlukan penambahan kapur atau dolomite secara teratur. Di samping itu pembuangan lumpur dari

REKOMENDASI KEBIJAKAN

Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia telah mengeluarkan peraturan tentang akuakultur udang (No.75/PERMEN-KP/2016). Kami menawarkan rekomendasi untuk melengkapi peraturan yang telah ada tersebut kepada pemerintah daerah (tingkat kabupaten/ kota) dan praktisi budidaya udang untuk meningkatkan akuakultur udang dan melindungi ekosistem sekitar tambak di Indonesia:

- Panduan pengelolaan air tambak yang telah ada belum cukup dijabarkan. Akuakultur udang menghasilkan nutrient anorganik dalam jumlah yang sangat besar yang berpotensi merugikan udang yang dibudidayakan dan menyebabkan eutrofikasi ketika air tambak udang tersebut dibuang. Untuk meminimalkan polusi, pemerintah di tingkat kabupaten/ kota seharusnya mengatur jumlah penggantian/ sirkulasi air yang dibuang ke lingkungan. Selain itu, pemerintah daerah hendaknya menyediakan insentif bagi usaha kecil dan menengah (UKM) misalnya dengan memberikan subsidi untuk listrik dan melakukan

dasar tambak juga bisa menjaga kestabilan pH air tambak.

Bakteri yang terdapat dalam probiotik komersial tidak dijumpai pada sampel air. Oleh karena itu, cara penggunaan probiotik ini perlu diubah, misalnya dengan meningkatkan dosis probiotik. Tetapi, hal ini akan meningkatkan biaya produksi. Sebagai alternatif, operator tambak bisa menyebarkan probiotik pada pakan sebelum waktu pemberian pakan. Dengan metode ini bakteri probiotik akan tetap hidup dan bisa menghuni usus udang.

Penambahan molase pada air tambak udang mampu meningkatkan pH. Molase juga mempertahankan komposisi dan jumlah bakteri heterotrofik yang dominan, seperti *Exiguobacterium*, *Halomonas*, *Psychrobacter*, *Salegentibacter* dan *Sulfitobacter*. Lebih jauh lagi, penambahan molasses mempengaruhi konsentrasi nutrient anorganik pada air tambak. Molase memfasilitasi pertumbuhan bakteri yang menyerap nutrient anorganik seperti ammonium, nitrat and nitrit. Pada akhirnya, molase mampu meningkatkan kandungan makromolekul seperti karbohidrat, protein, dan lemak pada agregat (bio-flocs), yang memungkinkan ketersediaan pakan alami bagi udang.

pengecekan kualitas air khususnya keberadaan patogen secara berkala.

- Pada budidaya udang, penggunaan probiotik komersial yang tidak diatur secara spesifik, mengakibatkan tingginya biaya operasi dan tidak efektif. Kami merekomendasikan untuk melakukan standarisasi penggunaan probiotik baik dalam hal komposisi bakteri, dosis dan prosedur aplikasi probiotik.
- Penggunaan kolam dengan ukuran yang sangat luas untuk pembuangan lumpur sangat diperlukan terutama memperhatikan volume dan dampak pembuangan lumpur harian dan laju evaporasi. Akan tetapi, ukuran kolam pembuangan lumpur yang sangat luas bisa mengganggu proses budidaya. Oleh karena itu diperlukan pengurangan ukuran kolam penampung lumpur berdasarkan ukuran tambak budidaya. Tambak dengan ukuran 100 x 40 m membutuhkan kolam penampung lumpur dengan ukuran 20 x 5 x 2 m. Satu kolam penampung lumpur bisa digunakan untuk menampung lumpur dari tiga tambak.

- Penelitian kami mengindikasikan bahwa penyakit berak putih muncul bersamaan dengan pH air di bawah 8 dan perubahan komposisi bakteri. Oleh karena itu, pH air tambak harus diatur pada ambang di atas 8, misalnya melalui pemberian kapur pertanian atau pembuangan limbah secara teratur.
- Pengukuran parameter bakteri harus memperhatikan pendekatan non kultur untuk memperkirakan keberadaan bakteri patogen secara lebih tepat. Bakteri patogen ini bisa

dimonitor melalui investigasi keberadaan gen penyandi virulensi pada partikel yang ada di air tambak.

- Pakan pelet dan probiotik (jika diperlukan) dapat dikurangi pemberiannya dengan memberikan molase untuk membentuk pakan alami (bio-flocs). Di samping itu, biaya operasi akan dapat dikurangi jika probiotik diberikan dengan cara menembarkannya pada pakan pelet dibandingkan dengan menebarkan langsung ke dalam tambak.

References

1. Alfiansah, Y.R., Hassenrück, C., Kunzmann, A., Taslihan, A., Harder, J., Gärdes, A., 2018. Bacterial abundance and community composition in pond water from shrimp aquaculture systems with different stocking densities. *Frontiers in Microbiology* 9:2457. doi:10.3389/fmicb.2018.02457.
2. Ministry of Marine Affairs and Fisheries of the Republic of Indonesia. 2017. Regulation of the minister of Marine Affairs and Fisheries No. 75/PERMEN-KP / 2016 concerning General guidelines for Windu shrimp (*Penaeus monodon*) and Vaname shrimp (*Litopenaeus vannamei*).43 pp. (Indonesian language).
3. Avnimelech, Y. (2015). *Biofloc technology- a practical guide book, 3rd edition*. Baton Rouge, Louisiana, United States. 285pp. doi:10.13140/2.1.4575.0402.

ABOUT THIS POLICY BRIEF

This Policy Brief is part of a series aiming to inform policy-makers on the key results of the ZMT research projects and provide recommendations to policy-makers based on research results. The series of ZMT Policy Briefs can be found at www.leibniz-zmt.de/policy_briefs.html. This publication was commissioned, supervised and produced by ZMT. DOI: 10.21244/zmt.2019.004

DISCLAIMER

The policy recommendations made do not necessarily reflect the views of the ZMT or its partners.

IMPRINT

Authors: Yustian Rovi Alfiansah^{a,b}, Astrid Gärdes^a

The authors work at, or are affiliated with, a) the Leibniz Centre for Tropical Marine Research (ZMT), Bremen, Germany, b) Research center for Oceanography, Indonesian Institute for Sciences (LIPI)

You can find more information about Indonesian shrimp pond culture here:

<https://kkp.go.id/djpb>

Published by the Leibniz Centre for Tropical Marine Research

Fahrenheitstr. 6, D-28359 Bremen, Germany

Editor: Hendrati Hapsari

Phone: +49 421 23800 -163

Contact: nadine.schmieder-galfe@leibniz-zmt.de

Homepage: <http://www.leibniz-zmt.de>