

BDI-P/1/1.3

BIDANG BUDIDAYA IKAN
PROGRAM KEAHLIAN BUDIDAYA IKAN AIR PAYAU

PEMBESARAN IKAN BANDENG

MODUL:
PENGELOLAAN AIR TAMBAK



DIREKTORAT PENDIDIKAN MENENGAH KEJURUAN
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN DASAR DAN MENENGAH
DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
2003

PEMBESARAN IKAN BANDENG

MODUL PENGELOLAAN AIR TAMBAK

Penyusun:

MUHAMMAD M. RASWIN

Editor:

MUHAMMAD ALIFUDDIN

DIREKTORAT PENDIDIKAN MENENGAH KEJURUAN
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN DASAR DAN MENENGAH
DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL

2003

KATA PENGANTAR

Modul Pengelolaan Air Tambak merupakan modul ketiga dari empat modul yang harus dipelajari oleh siswa agar dapat memiliki kompetensi dalam membesarkan ikan bandeng di tambak.

Dalam modul Pengelolaan Air Tambak ini dipelajari cara memantau parameter kualitas air tambak yang meliputi sifat-sifat fisika, kimia, dan biologi. Data hasil pemantauan ini nantinya akan berguna bagi pengelolaan atau menjaga kualitas tambak sehari-hari agar tidak terjadi hal-hal yang dapat mengganggu kenyamanan hidup ikan bandeng sebagai ikan peliharaan.

Dengan mempelajari dan mempraktikkan isi modul ini siswa diharapkan dapat mengawasi jalannya usaha di lapangan sehari-hari secara mandiri.

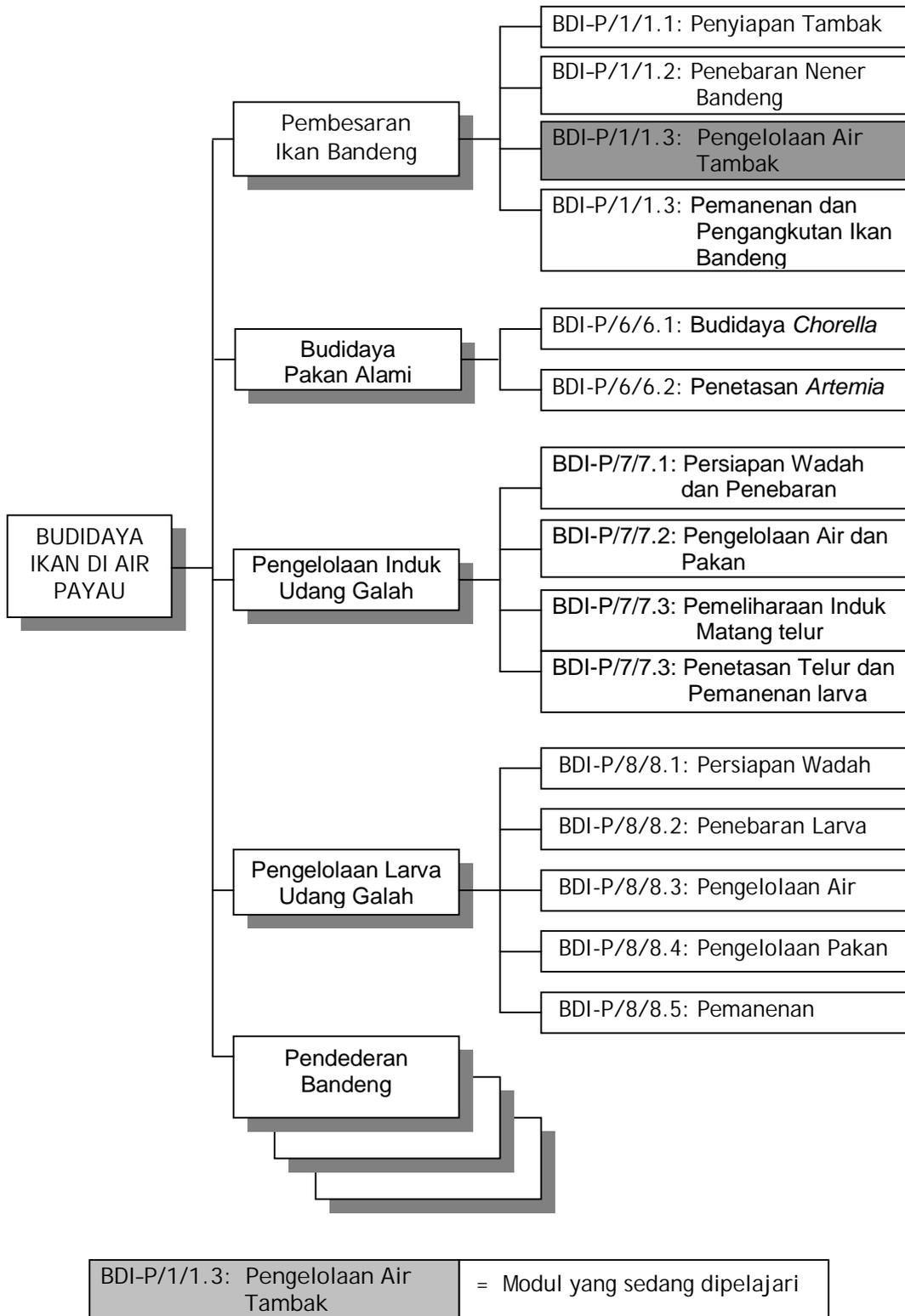
Penyusun

DAFTAR ISI MODUL

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
PETA KEDUDUKAN MODUL	iii
PERISTILAHAN	iv
I. PENDAHULUAN	1
A. Deskripsi	1
B. Prasyarat	1
C. Petunjuk Penggunaan Modul	2
D. Tujuan Akhir	3
E. Kompetensi	3
F. Cek Kemampuan	4
II. PEMBELAJARAN.....	5
A. Rencana Belajar Siswa.....	5
B. Kegiatan Belajar	6
1. Kegiatan Belajar 1: Pemantauan Kualitas Air.....	6
a. Tujuan.....	6
b. Uraian Materi	6
c. Rangkuman	15
d. Tugas	15
e. Test Formatif	16
f. Kunci Jawaban Tes Formatif	16
g. Lembar Kerja	17
2. Kegiatan Belajar 2: Pengelolaan Tambak	20
a. Tujuan.....	20
b. Uraian Materi	20
c. Rangkuman	24
d. Tugas	24
e. Test Formatif	24
f. Kunci Jawaban Formatif	25
g. Lembar Kerja	26

III. EVALUASI	29
IV. PENUTUP	33
DAFTAR PUSTAKA.....	34

PETA KEDUDUKAN MODUL



PERISTILAHAN

- Asam : Istilah yang menunjukkan keadaan air yang memiliki $\text{pH} < 7$, Air rasanya memang asam, terutama bila pH rendah
- Basa : Istilah yang menunjukkan keadaan air yang memiliki $\text{pH} > 7$
- Caren : Bagian dasar tambak yang diperdalam di sekeliling sisi bagian dalam tambak, yang berguna untuk mempermudah pemanenan ikan dan segaiai tempat berlindung ikan dari terik cahaya matahari
- Fitoplankton : Tanaman mikro yang melayang di dalam air yang pergerakannya dipengarungi arus air
- Ganggang biru : Tumbuhan air yang termasuk ke dalam filum Cyanophyta
- Ganggang hijau : Tumbuhan air yang termasuk ke dalam filum Chlorophyta
- Ion : Atom atau kelompok atom yang mendapat muatan listrik dengan melepas atau menarik satu atau lebih elektron
- Keduk teplok : Kegiatan rutin di tambak yang berupa pengangkatan lumpur dasar yang kemudian di tempelkan (diteplokkan) pada lereng pematang. Utamanya dimaksudkan untuk memperdalam caren sekaligus memperbaiki pematang.
- Kipas (kincir) : Alat untuk menggerakkan massa air agar difusi gas masuk atau keluar dari air lebih lancar
- Zooplankton : Jasad hewani miko yang melayang di dalam air yang pergerakannya dipengarungi arus air

I. PENDAHULUAN

A. Deskripsi

Modul ini memberi pengertian mengenai perlunya pemantauan terus-menerus parameter kualitas air tambak dalam pembesaran ikan bandeng. Parameter tersebut meliputi sifat-sifat kimia, fisika, dan biologi. Dijelaskan betapa keterkendalian sifat-sifat air media ini berpengaruh terhadap kenyamanan hidup ikan bandeng, dan dengan demikian berpengaruh pula terhadap keberhasilan usaha pembesaran. Selanjutnya dijelaskan pula cara-cara yang harus ditempuh dalam mengendalikan parameter tersebut lewat pengelolaan kualitas air.

Modul lain yang sangat berkaitan dengan ini adalah modul yang berjudul *Penyiapan Tambak dan Penebaran Nener*. Kompetensi kedua modul ini harus di kuasai dulu sebelum melaksanakan modul ini.

Setelah mempelajari dengan saksama dan mempraktekkan petunjuk dalam modul ini siswa diharapkan dapat lebih memahami dinamika parameter kualitas air, terutama yang berkaitan dengan penurunan kualitas, serta mampu memperbaiki penurunan tersebut lewat pengelolaan kualitas air. Untuk menyempurnakan pencapaian kompetensi membudidayakan bandeng di tambak siswa dapat melanjutkan ke modul terakhir, yaitu *Pemanenan dan Pengangkutan Bandeng*.

B. Prasyarat

Sebelum mempelajari modul ini siswa sudah harus mempunyai wawasan yang cukup (memadai) dalam ilmu kimia, fisika, dan biologi, serta menyelesaikan modul terdahulu, yaitu *Penyiapan Tambak dan Penebaran Nener*

C. Petunjuk Penggunaan Modul

1. Bagi Siswa

- a. Modul ini merupakan salah satu dari tiga modul dalam rangkaian paket “Pembelajaran Pembesaran Ikan Bandeng” yang terdiri atas empat bagian, yaitu :
 - Modul 01: Penyiapan Tambak
 - Modul 02: Penebaran Nener
 - Modul 03: Pengelolaan Kualitas Air Tambak
 - Modul 04: Pemanenan dan Pengangkutan Bandeng.
- b. Modul 01 dan 02 sebaiknya dibaca sebelum mempelajari modul ini
- c. Modul ini terdiri atas 2 kegiatan belajar (KB) dan tiap KB memerlukan waktu pembelajaran selama 4 jam. Untuk mendapatkan ketrampilan yang memadai
- d. Tiap KB terdiri atas kegiatan teori dan kegiatan praktik. Landasan teori termuat dalam Uraian Materi sedangkan panduan pelaksanaan praktik dalam Lembar Kerja.
- e. Bacalah terlebih dahulu “Uraian Materi”, fahami, hayati. Setelah itu jawab (kerjakan) soal-soal.
- f. Kalau anda telah membaca “Uraian materi” dan menjawab soal dengan betul, tandanya anda telah menguasai masalah dan boleh meneruskan dengan mempelajari dan melaksanakan “Lembar Kerja”

2. Peran Guru

- a. Guru membantu siswa dalam penyiapan peralatan dan bahan-bahan yang diperlukan.
- b. Guru membimbing siswa dalam pelaksanaan tugas di lapangan.
- c. Guru membantu siswa dalam mengakses tambahan informasi yang diperlukan dalam belajar.
- d. Guru menolong mengorganisasi kegiatan belajar berkelompok.

- e. Guru merencanakan dan menyiapkan adanya seorang tenaga pengganti pembimbing di lapangan bila dia sendiri berhalangan
- f. Guru merencanakan proses dan melaksanakan penilaian atas keberhasilan siswa.
- g. Guru menjelaskan kepada siswa harus bersikap apa, serta mempunyai pengetahuan dan ketrampilan apa pula sebagai seorang yang berkompentensi dalam pembesaran ikan bandeng di tambak.
- h. Guru mencatat kemajuan yang dicapai oleh siswa.

D. Tujuan Akhir

Setelah mempelajari modul ini siswa mampu

- 1. Mengidentifikasi parameter kualitas air tambak.
- 2. Mengidentifikasi penurunan kualitas air tambak
- 3. Menentukan dan melaksanakan tindakan yang harus diambil untuk mengatasi penurunan kualitas air

E. Kompetensi

Kompetensi : Membesarkan ikan bandeng di tambak

Subkompetensi : Mengelola kualitas air

Kriteria Unjuk Kerja:

- a. Penurunan kualitas air untuk beberapa parameter diidentifikasi dengan tepat
- b. Penurunan kualitas air untuk beberapa parameter diperbaiki dengan prosedur yang benar

Pengetahuan :

- a. Parameter kualitas air yang layak untuk pembesaran ikan
- b. Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap kualitas air
- c. Macam-macam teknik pengendalian kualitas air

Keterampilan :

- a. Mengidentifikasi kualitas air pada tambak bandeng
- b. Mengidentifikasi penurunan kualitas air
- c. Memperbaiki kesuburan perairan
- c. Mengendalikan penurunan kualitas air untuk beberapa parameter

F. Cek Kemampuan

1. Sebutkan beberapa parameter yang tergolong kimia air, fisika air dan biologi air.
2. Apa yang dilakukan dalam pemantauan kimia air tambak?
3. Apa yang dilakukan dalam pemantauan fisika air tambak?
4. Apa yang dilakukan dalam memantau biologi air tambak?
5. Jelaskan kondisi kimia, fisika dan biologi air ketika terjadi penurunan kualitas air.
6. Jelaskan cara pengelolaan kualitas air untuk menjaga/memperbaiki kualitas air tetap baik

II. PEMBELAJARAN

A. Rencana Belajar Siswa

Kompetensi : Membesarkan Ikan Bandeng di Tambak

Subkompetensi : Mengelola Kualitas Air Tambak

Jenis Kegiatan	Tanggal	Waktu	Tempat Belajar	Alasan Perubahan	Tanda Tangan guru
Memantau Kualitas air <ul style="list-style-type: none">· DO· pH· NH₃-N· Salinitas· Suhu· Kecerahan· Plankton· Klekap· Lumut					
Mengelola kualitas air tambak <ul style="list-style-type: none">· Mengangkat lumpur· Mengganti Air· Memupuk ulang· Mengendalikan biota					

B. Kegiatan Belajar

1. Kegiatan Belajar 1 :

Pemantauan Kualitas Air

a. Tujuan :

Siswa mampu mengidentifikasi parameter dan penurunan kualitas air tambak selama proses pembesaran ikan bandeng

b. Uraian Materi

Perairan tambak adalah ekosistem perairan payau. Salinitasnya berada di antara salinitas air laut dan salinitas air tawar dan tidak mantap. Dari musim ke musim, dari bulan ke bulan dari hari ke hari, bahkan mungkin dari jam ke jam dapat saja terjadi perubahan. Perubahan ini disebabkan proses biologis yang terjadi di dalam perairan tersebut serta adanya interaksi antara perairan tambak dengan lingkungan sekitarnya. Misalnya ketika hari hujan, air tawar masuk kedalam petakan tambak menyebabkan kadar garam air tambak menurun. Atau ketika populasi fitoplankton berkembang pesat akibat pemupukan, kandungan oksigen dalam air tambak pada malam hari menyusut drastis. Secara umum parameter-parameter yang mengalami perubahan dapat digolongkan ke dalam parameter kimia, fisika, dan biologi air.

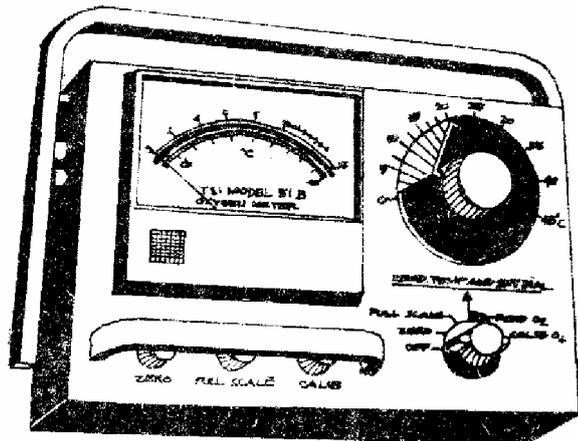
Perubahan-perubahan yang terjadi sampai batas tertentu dapat ditoleransi oleh ikan bandeng. Tetapi kalau terlalu jauh dapat merusak kenyamanan hidup, malahan dapat mendatangkan kematian. Karena itu, perlu penanganan cepat. Sudah atau belum perlunya penanganan ini bergantung kepada intensitas perubahan, yang informasinya diperoleh lewat pemantauan dan pengukuran.

a. Parameter Kimia

Parameter kimia air tambak mencakup konsentrasi zat-zat terlarut seperti oksigen (O_2), ion hidrogen (pH), karbon dioksida (CO_2), amonia (NH_3), asam sulfida (H_2S), nitrogen dalam bentuk nitrit (NO_2-N), dan lain-lain. Beberapa diantara yang penting dijelaskan seperti di bawah ini.

⊕ Oksigen Terlarut

Ikan bandeng membutuhkan oksigen yang cukup untuk kebutuhan pernafasannya. Oksigen tersebut harus dalam keadaan terlarut dalam air, karena bandeng tidak dapat mengambil oksigen langsung dari udara. Ikan bandeng dan organisme-perairan lainnya mengambil oksigen ini tanpa melibatkan proses kimia.



DO meter

Oksigen masuk dalam air tambak melalui difusi langsung dari udara, aliran air yang masuk tambak, termasuk hujan, proses fotosintesa tanaman berhijau daun. Kandungan oksigen dapat menurun akibat pernafasan organisme dalam air dan perombakan bahan organik. Cuaca mendung dan tanpa angin dapat menurunkan kandungan oksigen di dalam air. Untuk kehidupan ikan bandeng dengan nyaman diperlukan kadar oksigen minimum 3 mg per liter.

Oksigen terlarut di dalam air (*Dissolved Oxygen = DO*). Dapat diukur dengan titrasi di laboratorium serta dengan metode elektrometri menggunakan *Dissolved Oxygen Meter* (DO meter).

⊕ Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman air tambak dinyatakan dengan nilai negatif logaritma ion hidrogen atau nilai yang dikenal dengan istilah *pH*.

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$$

Kalau konsentrasi ion hidrogen (H^+) tinggi, pH akan rendah, reaksi lebih asam. Sebaliknya kalau konsentrasi ion hidrogen rendah pH akan tinggi dan reaksi lebih alkalis.

pH air tambak sangat dipengaruhi pH tanahnya. Sehingga pada tambak baru yang tanahnya asam maka pH airnya pun rendah. Penurunan pH dapat terjadi selama proses produksi disebabkan terbentuknya asam kuat, adanya gas-gas dalam proses perombakan bahan organik, proses metabolisme perairan dan lain-lain.

Nilai pH yang baik untuk budidaya ikan berkisar antara 6,5 hingga 9. Kematian di luar kisaran tersebut pertumbuhan kurang baik, bahkan pada pH 4 atau 11 kematian bandeng dapat terjadi. pH air laut cenderung basa. Karena itu pergantian air dapat digunakan untuk meningkatkan pH air tambak.

pH air dapat diukur menggunakan kertas lakmus, yakni membandingkan warna kertas yang telah ditetesi air tambak dengan warna standar pH atau cara yang lebih mudah, yakni menggunakan pH meter

⊕ Konsentrasi Karbon Dioksida

Karbon dioksida di dalam air dapat berasal dari :

1. Hasil pernafasan organisme dalam air sendiri
2. Difusi dari udara
3. Terbawa oleh air hujan
4. Terbawa oleh air yang masuk dari lokasi sekitar tambak.

Konsentrasi karbon dioksida yang terlalu tinggi di suatu perairan akan berbahaya bagi hewan yang dipelihara. Bahaya ini meliputi :

1. Gangguan pelepasan CO_2 waktu ikan bernafas
2. Gangguan pengambilan O_2 waktu ikan bernafas
3. Penurunan pH

Sebaliknya CO_2 yang terlalu sedikit akan berpengaruh negatif kepada fotosintesis karena gas ini merupakan bahan baku pembentukan glukosa (siklus Calvin-Benson). Kandungan CO_2 yang baik untuk budidaya ikan tidak lebih dari 15 ppm.

Pengukuran CO_2 umumnya menggunakan metoda titrasi.

⊕ Amonia (NH_3)

Amonia di perairan berasal dari hasil pemecahan nitrogen organik (protein dan urea) dan nitrogen anorganik yang terdapat dalam tanah dan air; dapat pula berasal dari dekomposisi bahan organik (tumbuhan dan biota akuatik yang telah mati) yang dilakukan oleh mikroba dan jamur.

Kadar amonia ditambak pembesaran bandeng sebaiknya tidak lebih dari 0,1 ppm - 0,3 ppm. Kadar amonia yang tinggi akan mematikan ikan di tambak pembesaran. Oleh karena itu, kadar amonia di tambak pembesaran ini harus selalu dipantau. Selain itu kadar amonia di tambak pembesaran juga dipengaruhi oleh kadar pH dan suhu. Makin tinggi suhu dan pH air maka makin tinggi pula konsentrasi NH_3 .

Kadar amonia di tambak pembesaran dapat diukur secara kolorimetri, yakni membandingkan warna air contoh dengan warna larutan standar setelah diberi pereaksi tertentu. Biasanya menggunakan alat bantu spektrofotometer.

⊕ Asam Sulfida (H_2S)

Asam sulfida yang merupakan salah satu asam belerang; terdapat di tambak pembesaran bandeng sebagai hasil proses dekomposisi bahan organik dan air laut yang banyak mengandung sulfat.

Asam sulfida ini dapat dideteksi dengan jelas pada saat melakukan pengeringan dasar tambak. Dasar tambak yang mengandung banyak sulfida akan bewarna hitam dan tercium bau belerang. Kadar asam sulfida di tambak pembesaran sebaiknya di bawah 0,1 mg/l.

Kandungan H_2S di air tambak dapat diukur secara kolorimetri, yakni membandingkan warna air contoh dengan warna larutan standar setelah diberi pereaksi tertentu

b. Parameter Fisika

⊕ Salinitas

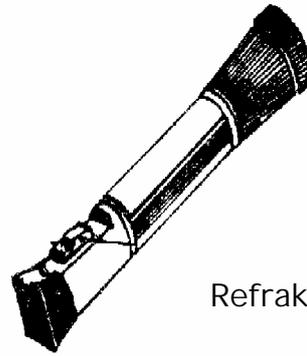
Salinitas atau kadar garam adalah konsentrasi dari total ion yang terdapat di perairan dan menggambarkan padatan total di air setelah semua karbonat dikonversi menjadi oksida, bromida dan iodida dikonversi menjadi klorida dan semua bahan organik telah dioksidasi. Salinitas ini dinyatakan dalam satuan gram/kg air atau permil ($^0/_{00}$).

Nilai salinitas sangat menentukan jenis perairan tersebut, di alam dikelompokkan menjadi 3 yaitu :

1. Perairan tawar, salinitas $\leq 0,5^0/_{00}$
2. Perairan payau, salinitas $>0,5^0/_{00} - 30^0/_{00}$
3. Perairan laut, salinitas $>30^0/_{00}$



Salinometer



Refraktometer

Alat pengukur kadar garam.

Pada perairan payau dapat dikelompokkan lagi berdasarkan kisaran salinitas yang ada yaitu:

1. Oligohalin, salinitas $0,5^{0}/_{00}$ - $3,0^{0}/_{00}$
2. Mesohalin, salinitas $>3,0^{0}/_{00}$ - $16^{0}/_{00}$
3. Polyhalin, salinitas $>16,0^{0}/_{00}$ - $30^{0}/_{00}$

Ikan bandeng sebagai ikan air laut dapat hidup pada perairan yang mempunyai kisaran salinitas cukup lebar dan karena itu disebut urihalin (*euryhaline*).

Tetapi untuk tumbuh dan berkembang secara optimal ikan bandeng membutuhkan salinitas sekitar $12^{0}/_{00}$ - $20^{0}/_{00}$. Dengan salinitas yang optimal, energi yang digunakan untuk mengatur keseimbangan osmotik dan penyesuaian kepekatan cairan tubuh dengan air tambak cukup rendah sehingga sebagian besar energi asal makanan dapat digunakan untuk pertumbuhan.

Perubahan salinitas bisa terjadi sewaktu-waktu. Ketika hujan lebat air tawar masuk ke dalam tambak. Keadaan ini dapat menyebabkan penurunan salinitas. Peningkatan salinitas terjadi dikala musim kemarau, pada saat penguapan air tinggi dan pergantian air terbatas.

Untuk memantau salinitas air tambak harus selalu dilakukan pengukuran. Alat yang digunakan untuk mengukur salinitas disebut dengan salinometer.

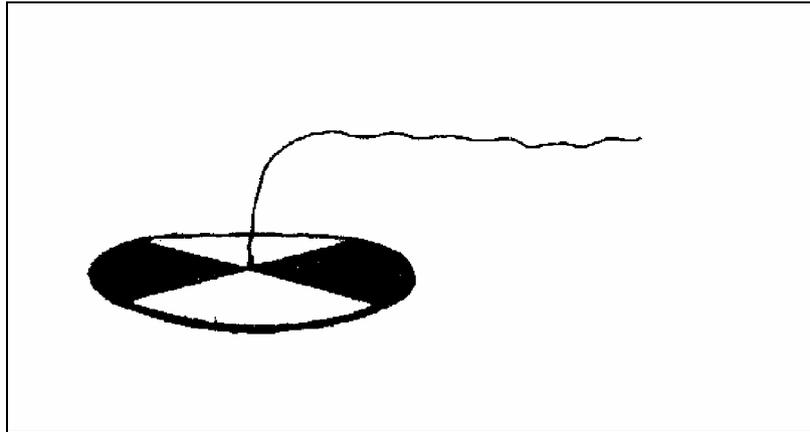
⊕ Suhu air

Suhu air sangat berpengaruh terhadap kehidupan dan pertumbuhan organisme di dalam air, termasuk ikan. Secara umum peningkatan suhu hingga nilai tertentu diikuti dengan peningkatan pertumbuhan ikan. Di atas nilai tersebut pertumbuhan mulai terganggu, bahkan pada suhu tertentu ikan mati.

Suhu ini berkaitan dengan kelarutan gas di dalam air, khususnya oksigen. Pada keadaan suhu air di dalam tambak tinggi maka kelarutan oksigen terlarut akan rendah. Sebaliknya, proses metabolisme organisme malah semakin cepat, yang berarti memerlukan oksigen makin tinggi. Kisaran suhu yang optimal bagi ikan bandeng adalah 28°C- 30°C. Alat yang digunakan untuk mengukur suhu air adalah termometer.

⊕ Kecerahan

Kecerahan air tambak sangat bergantung kepada banyak sedikitnya partikel (anorganik) tersuspensi atau kekeruhan dan kepadatan fitoplankton. Kecerahan menggambarkan transparansi perairan, dapat diukur dengan alat *secchi disk*. Nilai kecerahan (yang satuannya *meter*) sangat dipengaruhi oleh keadaan cuaca, waktu pengukuran, serta ketelitian orang yang melakukan pengukuran. Pengukuran kecerahan sebaiknya dilakukan pada saat cuaca cerah.



Secchi disk

Warna air di dalam tambak mempengaruhi kecerahan, warna air ini diakibatkan oleh adanya plankton di air tambak. Zat bewarna yang terlarut pun dapat mempengaruhi kecerahan.

Nilai kecerahan yang baik untuk pertumbuhan ikan bandeng di tambak pembesaran berkisar antara 25 cm- 35 cm.

C. Parameter Biologi

Pemantauan parameter biologi air di dalam tambak ditujukan untuk mengetahui kepadatan pakan alami, pesaing dan predator ikan bandeng yang ada di dalam perairan tambak. Pada budidaya bandeng secara ekstensif pakan utama bandeng adalah klekap dan plankton. Selain itu ada pula lumut yang dimanfaatkan oleh bandeng ukuran di atas sejari

Klekap adalah kumpulan jasad renik yang tumbuh di permukaan dasar tambak, diantaranya terdiri atas alga biru benthos, diatom, bakteri dan jasad renik hewani. Keberadaan klekap di tambak dapat dilihat dengan adanya lapisan menyerupai beludru di pelataran tambak. Klekap tumbuh baik pada tambak yang dangkal.

Komposisi utama lumut yang tumbuh di tambak adalah ganggang hijau berfilamen, umumnya terdiri dari lumut sutera (*Chaetomorpha*)

dan lumut perut ayam (*Enteromorpha*). Keberadaan lumut diperlukan bagi ikan bandeng ukuran sejari ke atas (di atas gelondongan), tetapi bagi nener dihindari karena dapat menjerat nener.

Plankton adalah jasad renik yang melayang di dalam kolom air mengikuti gerakan air. Plankton dapat dikelompokkan menjadi dua macam yaitu :

1. fitoplankton, jasad nabati yang dapat melakukan fotosintesis karena mengandung klorofil; terdiri dari satu sel atau banyak sel.
2. zooplankton, jasad hewani yang tidak dapat melakukan fotosintesis; zoo-plankton memakan fitoplankton

Baik buruknya pertumbuhan jasad fito di dalam tambak pembesaran ditentukan oleh baik buruknya persiapan tambak. Adanya pemupukan tanah dasar akan menyebabkan dasar subur sehingga tanaman air khususnya alga biru dapat tumbuh dengan baik. Kesuburan akan menurun seiring dengan perjalanan waktu karena semakin terpakainya zat hara yang dimasukkan pada awal (persiapan) pemeliharaan. Oleh karena itu kesuburan air tambak ini sebaiknya dipantau pula agar dapat diketahui kapan waktu yang tepat untuk dilakukan pemupukan ulang.

Untuk mengetahui jenis alga yang tumbuh di tambak dengan mudah, dapat dipedomani warna air yaitu :

1. Warna hijau kebiruan menandakan bahwa, di dalam tambak banyak tumbuh alga biru (ganggang biru mengandung klorofil dan fikosantin)
2. Warna hijau rumput menandakan bahwa di dalam tambak banyak tumbuh alga hijau (alga hijau mengandung klorofil).
3. Warna coklat menandakan bahwa di dalam tambak banyak tumbuh diatom yang mengandung unsur silikat.

Tingkat kepadatan plankton dapat dilihat dari kecerahan air menggunakan pinggan secchi (*secchi disk*). Jika kecerahan bernilai di atas 35 cm, pertumbuhan plankton buruk, artinya kesuburan tambak harus ditingkatkan lewat pemupukan ulang. Sebaliknya jika nilainya di

bawah 25 cm populasi plankton terlalu padat dan ini berbahaya bagi kehidupan bandeng dan udang. Dengan demikian kecerahan yang baik berkisar 25-35 cm. Plankton tumbuh dominan pada tambak yang dalam (kedalaman air di atas 50 cm)

Selain organisma pakan ikan, hama pun dapat tumbuh sejalan dengan bertambahnya masa pemeliharaan bandeng. Hama antara lain ikan, siput dan kepiting. umumnya hama masuk ke dalam tambak bersamaan dengan masuknya air dari sungai.

c. Rangkuman

Selama masa pemeliharaan bandeng, terjadi perubahan lingkungan di tambak akibat adanya kontak antara perairan tambak dengan lingkungan sekitarnya dan proses biologis yang terjadi didalam lingkungan tambak. Dalam keadaan tertentu hal ini bisa berakibat merugikan yang berupa penurunan kualitas air.

Pemantauan terhadap kualitas air dilakukan untuk menghindari kondisi yang merugikan bagi pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan, yaitu dengan menindak lanjuti hasil pemantauan tersebut dengan kegiatan pengelolaan kualitas air. Pemantauan mencakup serangkaian kegiatan untuk mengetahui kondisi perairan dan mengidentifikasi adanya penurunan kualitas air. Pada pemantauan dilakukan pengukuran beberapa parameter kualitas air, dalam kelompok kimia, fisika dan biologi.

d. Tugas

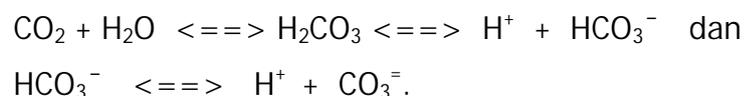
1. Kunjungi petak tambak,
2. Lakukan pengukuran kimia air tambak,
3. Lakukan pengukuran fisika air tambak,
4. Lakukan pengamatan biota tambak
5. Lakukan penilaian keadaan kualitas air dengan membandingkan nilai yang diperoleh dengan nilai kualitas air yang baik menurut panduan.

e. Tes Formatif

1. Terlibatkah reaksi kimia kalau ikan atau hewan lainnya mengambil oksigen dari udara?
2. Rendahkan kadar oksigen pada siang hari yang cerah? jelaskan
3. Bagaimanakah kandungan karbon dioksida pada waktu langit sedang mendung atau pada tengah malam? Apa pengaruhnya terhadap pH?
4. Apakah yang akan terjadi terhadap salinitas air tambak jika beberapa hari panas terik?
5. Kalau plankton tumbuh subur sekali apakah pengaruhnya terhadap kecerahan air tambak ?
6. Mengapa klekap tidak tumbuh baik pada tambak yang dalam ?

f. Kunci Jawaban Tes Formatif

1. Tidak. Masuknya oksigen dari dari air ke darah ikan atau hewan lainnya melalui insang adalah dengan cara difusi, salah satu proses fisika.
2. Tidak, karena waktu itu proses fotosintesis sedang giat-giatnya dan produksi oksigen sedang tinggi.
3. Kandungan karbon dioksida meningkat karena pemakaian berkurang, padahal produksi berjalan terus. Karena CO_2 meningkat produksi ion hidrogen meningkat dan dengan demikian pH turun. Lebih lanjut digambarkan dalam reaksi berikut :



4. Salinitas naik karena air menguap sedangkan jumlah garam tetap
5. Kepadatan plankton yang tinggi akan memperbanyak pematihan dan penyerapan sinar sehingga kecerahan akan turun.
6. Untuk tumbuh dengan baik klekap memerlukan cahaya matahari yang cukup. Pada tambak yang dalam cahaya matahari yang masuk terlebih dahulu dimanfaatkan oleh fitoplankton. Pertumbuhan fitoplakton yang mengisi kolom air yang tebal menyebabkan kecerahan air berkurang akibatnya ketersediaan cahaya untuk klekap

pun berkurang. Dengan demikian baik buruknya pertumbuhan klekap akan tergantung pada pertumbuhan plankton di atasnya.

g. Lembar Kerja

Judul : Pemantauan Kualitas Air

Tujuan : Siswa mampu memantau parameter kimia, fisika dan biologi air di tambak pembesaran ikan bandeng dan menafsirkannya sehingga ia dapat mengetahui adanya penurunan kualitas air

Alat dan Bahan

Alat :

- DO meter dan manual penggunaannya
- PH meter dan manual penggunaannya atau kertas lakmus
- Spectrofotometri dan manual penggunaan
- Botol Sample
- Thermometer
- Salino meter atau *refractometer*
- Saringan fito dan zooplankton
- Mikroskop
- Buku identifikasi plankton

Bahan :

- Reagen untuk pengukuran NH_3
- Bahan pengawet plankton

Keselamatan Kerja :

Hati-hatilah menggunakan alat agar untuk menghindari kerusakan dan bahaya atau kecelakaan siswa dan berhematlah dalam pemakaian bahan, terutama yang mahal dan susah diperoleh!

Langkah Kerja

A. *Pemantauan kimia air* (O_2 , pH dan NH_3)

1. Kunjungi petak tambak
2. Baca dengan saksama buku petunjuk pemakaian alat untuk pengukuran kualitas air sampai anda menguasai secara rinci.
3. Siapkan alat dan bahan
4. Lakukan pengukuran kelarutan oksigen dengan menggunakan alat DO meter, celupkan alat kedalam air tambak, dan perhatikan nilai yang tertera pada layar monitor alat. Catat dan lakukan pengukuran pada beberapa lokasi/titik!
5. Lakukan pengukuran pH dengan menggunakan pH meter atau kertas lakmus, celupkan alat kedalam air tambak dan perhatikan nilai yang tertera pada alat. Catat! dan lakukan pengukuran pada beberapa lokasi!
6. Ambil contoh air. Bawa segera ke laboratorium. Lakukan penyiapan contoh untuk pengukuran ammonia dan laksanakan pengukuran dengan bantuan alat spektrofotometrik.
7. Lakukan penilaian terhadap kualitas air (baik/buruk) dengan membandingkan nilai yang diperoleh dengan nilai kimia air yang tergolong baik.

B. *Pemantauan Fisika air* (Salinitas, suhu)

1. Kunjungi petak tambak
2. Baca dengan saksama buku petunjuk pemakaian alat untuk pengukuran fisika sampai anda menguasai secara rinci.
3. Siapkan alat dan bahan

4. Ambil contoh air menggunakan tabung gelas (gelas ukur). Lakukan pengukuran salinitas dengan bantuan alat salinometer atau refraktometer. Catat dan lakukan pengukuran pada beberapa lokasi/titik!
5. Lakukan pengukuran suhu dengan menggunakan alat thermometer, celupkan alat kedalam air tambak, dan perhatikan nilai yang tertera pada alat. Catat dan lakukan pengukuran pada beberapa lokasi/titik!
6. Lakukan penilaian terhadap fisika air (baik/buruk) dengan membandingkan nilai yang diperoleh dengan nilai kimia air yang tergolong baik.

C. Pemantauan Biologi Air

1. Kunjungi petak tambak
2. Siapkan alat dan bahan
3. Lakukan pengukuran kecerahan dengan menggunakan piringan secchi (*secchi disk*), celupkan alat kedalam air tambak dan perhatikan nilai yang tertera pada alat. Catat! dan lakukan pengukuran pada beberapa lokasi!
4. Lakukan pengambilan contoh fitoplankton dan zooplankton menggunakan plankton net, masukkan masing-masing ke dalam botol contoh.
5. Periksa contoh plankton di bawah mikroskop.
6. Lakukan pengenalan dengan membandingkan bentuk yang terlihat dengan gambar yang ada dalam buku identifikasi. Amati masing-masing 3 jenis fito dan zoo plankton yang dominan lebih saksama dan kenali nama jenis/spesiesnya.
7. Lakukan penilaian terhadap biologi air (baik/buruk) dengan membandingkan nilai kecerahan plankton yang diperoleh dengan nilai kecerahan plankton yang tergolong baik.

2. Kegiatan Belajar 2 :

Pengelolaan Tambak

a. Tujuan

Siswa mampu menjalankan pengelolaan kualitas air tambak, meliputi pengangkatan lumpur, penggantian air, pemupukan ulang dan pengendalian hama.

b. Uraian Materi :

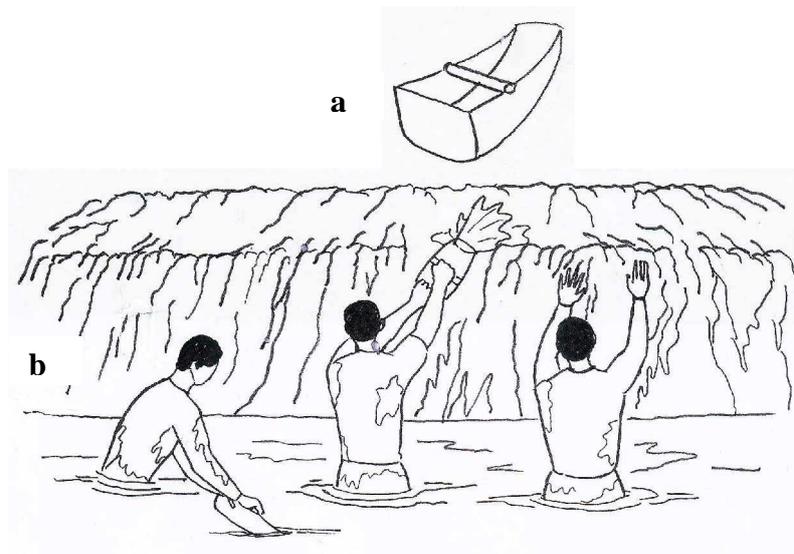
Setelah nener ditebar di dalam tambak, sewaktu-waktu bisa terjadi perubahan lingkungan yang mengarah kepada keadaan yang merugikan pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan. Pada Kegiatan Belajar 1 telah disampaikan parameter-parameter lingkungan yang harus dipantau, dan pada Kegiatan Belajar 2 ini akan disampaikan upaya-upaya untuk mengatasi masalah yang berhubungan dengan perubahan lingkungan tadi.

a. Pengangkatan lumpur

Pada penyiapan tambak yang kurang sempurna, terutama dasar tambak kurang kering, klekap yang tumbuh biasanya kurang kuat melekat di dasar tambak, akibatnya pada saat siang hari ketika dasar mengandung gelembung-gelembung oksigen hasil fotosintesa, klekap terangkat naik ke permukaan air. Klekap selanjutnya terapung-apung mengikuti arah angin dan mengumpul di dalam satu sisi atau sudut tambak. Pada sore dan malam hari kembali klekap turun ke dasar.

Timbunan klekap akan diikuti dengan kematian klekap. Proses pembusukan klekap dapat menurunkan oksigen dan menghasilkan gas-gas beracun pada malam hari. Untuk mengatasi masalah ini maka pada bagian tambak di mana timbunan klekap ini berada dilakukan pengerukan (pengangkatan) lumpur.

Pengangkatan lumpur juga dilakukan pada tambak yang di sepanjang sisinya terdapat saluran dasar (caren). Tujuan kegiatan adalah untuk memperdalam saluran dasar yang selama masa pemeliharaan ikan mengalami pendangkalan. Lumpur yang diangkat selanjutnya disimpan di sepanjang lereng pematang atau di atas pematang. Dengan demikian pengangkatan lumpur ini bisa berfungsi pula memperbaiki pematang yang longsor. Kegiatan pengangkatan lumpur seperti ini dikenal sebagai *keduk teplok*.



Keduk teplok (a. Alat yang digunakan, b. Pelaksanaan)

b. Pergantian air

Pergantian air dilakukan untuk mengatasi penurunan beberapa parameter kualitas air sekaligus, yaitu

- Penurunan oksigen dan peningkatan NH_3 yang diakibatkan penumpukan sampah (organik), seperti plankton yang mati saat terjadi peledakan populasi. Pergantian air akan membuang air yang miskin oksigen dan kaya amoniak dan menggantinya dengan air yang kualitasnya lebih baik.
- Peningkatan dan penurunan salinitas. Pada saat panas air tambak menguap menyebabkan salinitas tambak meningkat. Sebaliknya ketika hujan turun, air tawar masuk ke dalam tambak diikuti

dengan penurunan salinitas. Perubahan salinitas yang terlampau tinggi dapat mengganggu pertumbuhan bandeng. Melalui penggantian air ini salinitas dijaga agar stabil

- pH air rendah. pH rendah yang disebabkan tambak dibangun di lahan asam dapat dikurangi dengan mengganti air tambak dengan air laut yang pHnya lebih tinggi.

Penggantian air pada budidaya bandeng secara ekstensif juga dimaksudkan untuk memasukkan benih udang. Mengingat keberadaan udang, yang biasa dipanen secara berkala, sangat menunjang penghasilan tambak.

Untuk mengganti air terlebih dahulu perlu mengetahui pola pasang surut air. Masa penggantian air yang paling baik adalah pada saat pasang purnama yang terjadi setiap 28 hari sekali. Pada saat itu kisaran pasang surut paling tinggi, sehingga volume air yang berganti besar.

Ketika pasang sedang surut saringan dipasang dan pintu air dibuka, sehingga air tambak keluar. Air dibiarkan keluar hingga kedalaman air tinggal setengahnya. Sebaliknya ketika sedang pasang naik air dibiarkan masuk dan setelah puncak pasang tercapai segera pintu air ditutup kembali. Pergantian air ini dilakukan berkali-kali pada hari lainnya. Masa pergantian air adalah 5 hari setiap bulannya.

Selain untuk memperbaiki kualitas air, pergantian air pada budidaya bandeng ekstensif, juga dimaksudkan untuk memasukkan benih udang bersama-sama dengan aliran air masuk.

c. Pemupukan Ulang

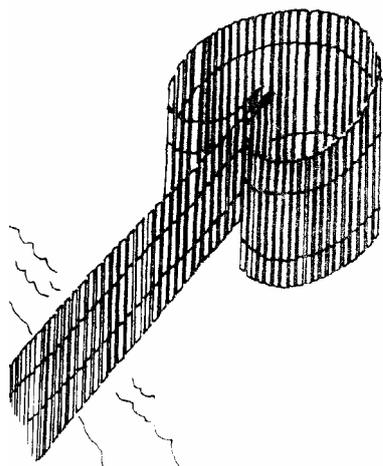
Pemupukan susulan dimaksudkan untuk meningkatkan kesuburan air. Secara visual penurunan kesuburan dapat dilihat dari warna air yang semakin jernih dan hamparan klekap berkurang. Secara laboratoris pemupukan ulang harus dilakukan ketika kandungan N dibawah 5 mg/L, P dibawah 25 mg/L dan K di bawah 1 ppm.

Pupuk yang biasa digunakan adalah ammonium nitrat atau urea untuk unsur N, TSP untuk unsur P, dan KCl untuk unsur K, serta dedak sebagai pupuk organik.

d. Pengendalian biota

Biota lain yang ada di tambak adalah hama. Pada saat persiapan telah dilakukan upaya-upaya pemberantasan hama, pada saat berlangsungnya pemeliharaan kerap dijumpai pula yang hama yang masih terdapat di dalam air. Hama ini umumnya berupa ikan ikutan, yakni ikan dan udang yang masuk ke dalam tambak bersamaan dengan masuknya air sungai. Ketika masuk, ikan ini masih kecil, bahkan sebagian berupa telur, kemudian tumbuh dan akhirnya menjadi pesaing bandeng dalam mendapatkan makanan, bahkan bisa jadi predator. Pesaing ikan bandeng antara lain adalah udang, ikan mujair, siput dan belanak, sedangkan yang bersifat predator adalah kakap

Penangkapan terhadap hama udang dilakukan dengan menggunakan bubu yang dinamakan prayang. Alat ini dipasang pada sore hari. Untuk merangsang agar udang masuk ke alam bubu, maka ke dalam alat ini dimasukkan umpan yang berupa pakan udang dan lentera.



Prayang, bubu untuk menangkap udang

Untuk memberantas mujair dapat menggunakan rotenon yang dilakukan selektif di daerah dimana ikan ini biasa memijah. Daerah ini dibatasi dengan jaring. Kemudian rotenon disebarkan. Ikan bandeng

yang terpengaruh segera tangkap dan pindahkan ke tempat yang airnya segar. Ikan-ikan hama sebaiknya ditangkapi selagi mabuk. Penangkapan udang bermanfaat ganda. Di satu pihak mengurangi pesaing makanan, tetapi di lain pihak dapat menambah penghasilan tambak, mengingat harganya cukup mahal.

c. Rangkuman

Pengelolaan kualitas air dimaksudkan untuk menjaga agar kualitas air senantiasa baik bagi kelangsungan hidup dan pertumbuhan ikan bandeng dengan melakukan perbaikan jika ditemukan penurunan kualitas air. Kegiatan yang umum dilakukan dalam pengelolaan kualitas air adalah pengangkatan lumpur, penggantian air, pemupukan ulang dan pengendalian biota air.

d. Tugas

1. Dapatkan nilai beberapa parameter kualitas air pada petakan tambak (hasil kegiatan belajar 1).
2. Lakukan perbaikan kualitas air pada petak tambak tersebut melalui :
 - a. Pengangkatan lumpur
 - b. Penggantian air
 - c. Pemupukan ulang
 - d. Pengendalian biota
3. Lakukan evaluasi terhadap hasil kegiatan perbaikan kualitas air.

e. Tes Formatif

1. Bagaimana mengatasi penurunan oksigen pada budidaya bandeng ?
2. Mengapa kegiatan keduk teplok menjadi kegiatan rutin pada budidaya bandeng?
3. Bagaimana menghilangkan pengaruh air tawar pada tambak bandeg setelah terjadi hujan ?
4. Mengapa penggantian air memerlukan pengetahuan pasang surut ?
5. Mengapa kecerahan air tambak berubah ?

f. Kunci Jawaban Tes Formatif

1. Mengurangi bahan organik yang membusuk, seperti plankton dan klekap yang mati serta melakukan penggantian air secara teratur
2. Gerakan angin pada tambak yang luas menimbulkan arus air yang menggerus pematang dan menimbulkan longsoran. Tanah yang longsor ini menyebabkan saluran dasar tambak (caren) tertutup. Agar caren ini berfungsi, harus dilakukan perawatan lewat kegiatan keduk teplok.
3. Segera setelah hujan reda bagian permukaan air tambak dibuang dengan membuka bagian atas papan penahan genangan air pada pintu air, karena air tawar tidak segera dapat bercampur dengan air tambak yang berat jenisnya lebih besar.
4. Karena pengeluaran air dan pemasukan air di tambak sangat dipengaruhi oleh pasang surut. Tanpa memperhatikan pola pasang surut, kemungkinan seseorang tidak dapat mengganti air sesuai dengan jumlah/volume yang diinginkan
5. Air tambak dapat bertambah berkurang kecerahannya ketika populasi plankton meningkat akibat pemupukan. Sebaliknya pemanfaatan plankton dan penurunan kesuburan dapat menyebabkan air tambak bertambah cerah.

g. Lembar Kerja

Judul : Pengelolaan Kualitas Air

Tujuan : Siswa mampu menjalankan beberapa kegiatan pengelolaan kualitas air.

Alat dan Bahan

Alat :

- Serokan lumpur
- Grafik pasang surut
- Cangkul
- Ember
- Timbangan
- Serokan ikan
- Prayang
- Thermometer
- Salino meter atau *refractometer*
- Saringan fito dan zooplankton
- Buku identifikasi

Bahan :

- Pupuk urea
- Pupuk TSP
- Dedak
- Akar Tuba
-

Keselamatan Kerja :

Hati-hati dalam menggunakan alat ukur!

Langkah Kerja

A. *Pengangkatan Lumpur*

1. Kunjungi tambak pembesaran ikan bandeng
2. Amati bagian tambak tempat tertimbunnya klekap yang mati atau caren yang mengalami pendangkalan
3. Lakukan pengangkatan lumpur, caranya :
 - Keduk lumpur menggunakan skop tangan
 - Tumpukkan (teplokkan) lumpur tersebut pada lereng atau puncak pematang.
 - Ratakan timbunan lumpur tersebut.

B. Penggantian Air

1. Kunjungi tambak pembesaran ikan bandeng
2. Pelajari pola pasang surut air laut
3. Pasang saringan air pada pintu tambak
4. Ketika air laut mulai surut, bukalah papan penahan air pada pintu tambak. Biarkan air keluar hingga ketinggian air di tambak berkurang 30-50% dari semula.
5. Setelah itu, ketika air pasang naik, biarkan air dari kali/sungai masuk kembali dan segera papan penahan air pada pintu tambak dipasang kembali saat pasang naik mencapai puncaknya.

C. Pemupukan Ulang

1. Kunjungi tambak pembesaran ikan bandeng
2. Pelajari nilai kecerahan. Pastikan bahwa nilai kecerahan dibawah 35 cm
3. Lakukan pemupukan ulang menggunakan Urea dan TSP masing-masing 10 kg/ha dan Dedak 100 kg/ha.

D. Pengendalian Biota

1. Kunjungi tambak pembesaran ikan bandeng
2. Lakukan penangkapan udang liar menggunakan prayang:
3. Amati tempat induk-induk mujair berkumpul/memijah. Batasi areal ini (50 m²) dengan jaring
4. Lakukan pemberantasan menggunakan akar tuba caranya :
 - Akar tuba di tumbuk,
 - Masukkan ke dalam baskom. Ember, rendam dalam air
 - Lakukan pemerasan berulang-ulang terhadap akar tersebut sehingga air menjadi keruh putih
 - Sebarkan larutan tuba ke daerah tambak yang telah dibatasi di atas
 - Ikan yang mabuk ditangkap dan khusus bandeng segera dipindahkan ke air segar,
 - Bandeng yang sudah segar dikembalikan ke tambak.

III. EVALUASI

A. Evaluasi Kognitif

Pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat dengan melingkari pada huruf di depan jawaban soal dibawah ini :

1. Salinitas air tambak dapat berubah cepat karena :
 - a. Hujan
 - b. Kehadiran plankton
 - c. Kehadiran ikan
 - d. Semua benar

2. Nilai parameter kualitas air tambak yang meningkat pada siang hari adalah:
 - a. Oksigen terlarut
 - b. Salinitas
 - b. Ammonia
 - d. pH

3. Nilai parameter kualitas air tambak yang menurun pada siang hari adalah
 - a. Salinitas
 - b. Ammonia
 - c. Oksigen
 - d. Karbon dioksida

4. Penguraian jasad hewani yang mati dan menumpuk di salah satu sisi tambak berpotensi meningkatkan :
 - a. Oksigen terlarut
 - b. Alkalinitas
 - c. Ammonia
 - d. Salinitas

5. Kematian ikan bandeng pada tambak yang terlampau subur dikarenakan :
 - a. Peningkatan CO₂ pada siang hari
 - b. Penurunan oksigen pada malam hari
 - c. Peningkatan salinitas
 - d. Tidak ada yang benar

6. Nilai pH ditambak pembesaran bandeng yang optimal adalah:
 - a. 3 - 4
 - b. 5 - 6
 - c. 6,5 - 9
 - d. 9 - 14

7. Terdapat tidaknya asam sulfida ditambak dapat dilihat dari tanah dasar tambak yang:
 - a. Bau dan berwarna cokelat
 - b. Bau dan berwarna hitam
 - c. Bau dan berwarna hijau
 - d. Bau dan tidak berwarna

8. Penggantian air di tambak pembesaran dilakukan untuk memperbaiki:
 - a. Salinitas
 - b. Kandungan oksigen dalam air
 - c. pH air
 - d. Semua benar

9. Peningkatan kandungan plankton dalam air dapat dilakukan melalui:
 - a. Penggantian air
 - b. Keduk teplok
 - c. Penebaran tuba
 - d. Pemupukan ulang

10. Biota yang di tangkap menggunakan bubu prayang adalah:
 - a. Ikan mujair
 - b. Udang
 - c. Siput
 - d. Ular

B. Evaluasi Psikomotorik

Dengan disediakan alat ukur parameter fisika, kimia, biologi air, air tambak, lakukanlah pengelolaan air tambak selama pemeliharaan ikan bandeng pembesaran sehingga memenuhi kriteria sebagai berikut :

No	Kriteria (90%) benar	Ya	Tidak
1.	Mengidentifikasi penurunan kualitas fisika air dengan tepat : · Salinitas · Suhu		
2.	Mengidentifikasi penurunan kimia air dengan tepat · Oksigen terlarut dalam air · pH · Kisaran ammonia		
3.	Mengidentifikasi kecerahan air/kepadatan plankton dengan baik		
4.	Mengganti air dalam saat dan jumlah yang tepat		
5.	Melakukan keduk teplok pada tempat dan cara yang tepat dan baik		
6.	Melaksanakan pemupukan ulang dengan dosis dan cara yang tepat dan baik		
7.	Melakukan pengendalian biota dengan benar		

C. Evaluasi Sikap

Evaluasi terhadap sikap mencakup :

Sikap	Penilaian		
	Kurang	Cukup	Baik
a. Hati-hati dan cermat dalam menggunakan alat dan bahan kimia			
b. Teliti dan rapi dalam mengangkat lumpur			
c. Cermat dan bersemangat dalam penggantian air			
d. Cekatan dan bersemangat dalam pengendalian biota			
e. Hati-hati dalam bekerja di pertambakan			
f. Berpartisipasi aktif dalam kegiatan bersama			
g. Ada kesungguhan dalam bekerja			

D. Produk Akhir

Evaluasi terhadap produk akhir, mencakup :

No	Produk akhir	Kelulusan	
		Lulus	Tidak lulus
a.	Penurunan kualitas air teridentifikasi		
b.	Kualitas air terkendali dalam kisaran yang layak		

E. Kunci Jawaban

1. a 6. c
2. a 7. b
3. d 8. d
4. c 9. d
5. b 10. C

IV. PENUTUP

Setelah selesai melaksanakan modul ini siswa dapat mempersiapkan diri untuk mendapatkan sertifikat, dengan mengikuti petunjuk uji kompetensi seperti yang telah ditetapkan oleh lembaga pendidikan yang bersangkutan

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, T dkk. 1998. Budidaya bandeng secara intensif. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Balai Budidaya Air Payau, Jepara. 1984. Pedoman Budidaya Tambak. Direktorat Jenderal Perikanan, Departemen Pertanian. Jepara.
- Brackiswater Aquaculture Development and Training Project. 1980. Fisheries Extension Officers Training Manual. FAO-UNDP-BFAR Rep. Philippines. Quezon City.
- Effendi, H. 2000. Telaahan kualitas air. Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. IPB. Bogor
- Kordi K., G.H. 1997. Budi daya kepiting dan ikan bandeng di tambak sistem polikultur. Dahara Prize, Jakarta
- Martosudarmo, B. dan B. S. Ranoemihardjo. 1992. Rekayasa Tambak. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Murtidjo, B.A. 1989. Tambak air payau: budidaya udang dan bandeng. Kanisius, Yogyakarta.
- Soeseno, S. 1987. Budidaya ikan dan udang dalam tambak. PT.Gramedia. Jakarta