

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Biologi Ikan Patin (*Pangasius* sp)

#### 2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi

Menurut Kordik (2005), sistematika ikan patin (Gambar 2.1) diklasifikasikan sebagai berikut:

Filum	: Chordata
Kelas	: Pisces
Sub-kelas	: Teleostei
Ordo	: Ostariophysii
Sub-ordo	: Siluroidea
Famili	: Pangasidae
Genus	: <i>Pangasius</i>
Spesies	: <i>Pangasius</i> sp



**Gambar 2.1. Ikan Patin (*Pangasius* sp)**  
(Wahyudi, 2013)

Djariah (2001) mengemukakan, Ikan patin memiliki warna tubuh putih keperak-perakan dan punggung kebiru-biruan, bentuk tubuh memanjang, kepala relatif kecil. Ujung kepala terdapat mulut yang dilengkapi dua pasang sungut pendek. Susanto dan Amri (2002) menambahkan, pada sirip punggung memiliki sebuah jari-jari keras yang berubah menjadi patil yang bergerigi dan besar di sebelah belakangnya. Sirip ekor membentuk cagak dan bentuknya simetris. Ikan patin tidak mempunyai sisik, sirip dubur relatif panjang yang terletak di atas lubang dubur terdiri dari 30-33 jari-jari lunak sedangkan sirip perutnya memiliki enam jari-jari lunak. Sirip dada mempunyai 12-13 jari-jari lunak dan sebuah jari-jari keras yang berubah menjadi senjata yang dikenal dengan patil. Di bagian permukaan punggung ikan patin terdapat sirip lemak yang berukuran kecil

Ikan patin merupakan jenis ikan konsumsi air tawar, berbadan panjang berwarna putih perak dengan punggung berwarna kebiru-biruan. Ikan patin

dikenal sebagai komoditi yang berprospek cerah, karena memiliki harga jual tinggi. Hal inilah yang menyebabkan ikan patin mendapat perhatian dan diminati oleh pengusaha untuk membudidayakannya. Ikan ini cukup responsif terhadap pemberian makanan tambahan. Pada pembudidayaan, dalam usia enam bulan ikan patin bisa mencapai panjang 35-40 cm. pada perairan yang tidak mengalir dengan kandungan oksigen rendahpun sudah syarat untuk membesarkan ikan ini. Ikan patin berbadan panjang untuk ukuran ikan tawar lokal, warna putih seperti perak, punggung berwarna kebiru-biruan. Kepala ikan patin relatif kecil, mulut terletak diujung kepala agak di sebelah bawah (merupakan ciri khas golongan catfish) pada sudut mulutnya terdapat dua pasang kumis pendek yang berfungsi sebagai peraba.

Secara umum ikan patin memiliki bentuk badan sedikit memipih, tidak bersisik, mulut sub terminal dengan empat sungut peraba (barbels) terdapat patil pada sirip punggung dan sirip dada. Sirip analnya panjang mulai dari belakang anal sampai pangkal sirip ekor dan berwarna putih dengan garis hitam ditengahnya serta memiliki sirip tambahan (adiposefin). Ikan ini juga memiliki garis lengkung dari kepala sampai pangkal sirip ekor. Sirip ekornya bercagak dengan tepian berwarna putih. Warna badan ikan patin kelabu kehitaman dan hidup bebas disungai dan danau (Sumantadinata 1983).

### **2.1.2 Habitat dan Perkembangbiakan**

Ikan patin ini dapat ditemukan pada beberapa jenis perairan tawar seperti waduk, sungai, danau dan muara sungai. Ikan patin lebih sering hidup didasar perairan dari pada permukaan air. Perkembangan teknologi yang semakin meningkat dan diikuti pula oleh permintaan masyarakat yang meningkat, maka perlu dilakukan teknik budidaya yang memerlukan penyesuaian lingkungan. Ikan patin dapat tumbuh dengan baik sesuai persyaratan kualitas air yang baik. Ikan

patin memiliki pertumbuhan yang baik pada suhu 28-31 °C. untuk meningkatkan/menstabilkan suhu air dapat menggunakan *water heater*.

Ikan ini mampu bertahan hidup pada perairan yang kondisinya sangat jelek dan akan tumbuh normal di perairan yang memenuhi persyaratan ideal sebagaimana habitat aslinya. Kandungan oksigen (O<sub>2</sub>) yang cukup baik untuk kehidupan ikan patin berkisar 2-5 ppm dengan kandungan karbondioksida (CO<sub>2</sub>) tidak lebih 12,0 ppm. Nilai pH atau derajat keasaman adalah 7,2-7,5, konsentrasi sulfida (H<sub>2</sub>S) dan ammonia (NH<sub>3</sub>) yang masih dapat ditoleransi oleh ikan patin yaitu 1 ppm. Keadaan suhu air yang optimal untuk kehidupan ikan patin antara 28<sup>o</sup> C-29<sup>o</sup> C. Ikan patin lebih menyukai perairan yang memiliki fluktuasi suhu rendah. Kehidupan ikan patin mulai terganggu apabila suhu perairan menurun sampai 14<sup>o</sup> C-15<sup>o</sup> C ataupun meningkat diatas 35<sup>o</sup> C. Aktivitas patin terhenti pada perairan yang suhunya dibawah 6<sup>o</sup> C atau diatas 42<sup>o</sup> C (Djariah, 2001).

## 2.2 Daerah Asal dan Penyebaran

Di alam, penyebaran geografis ikan patin cukup luas, hampir di seluruh wilayah Indonesia. Secara alami ikan ini banyak ditemukan di sungai-sungai besar dan berair tenang di Sumatera, seperti Sungai Way Rarem, Musi, Batanghari dan Indragiri. Sungai-sungai besar lainnya di Jawa, seperti Sungai Brantas dan Bengawan. Bahkan keluarga dekat lele ini juga dijumpai di sungai-sungai besar di Kalimantan, seperti Sungai Kayan, Berau, Mahakam, Barito, Kahayan dan Kapuas. Umumnya, ikan ini ditemukan di lokasi-lokasi tertentu di bagian sungai, seperti lubuk (lembah sungai) yang dalam (Agribisnis & Aquacultures, 2009).

Susanto dan Amri (2002) mengatakan, ikan patin bersifat nocturnal atau melakukan aktivitas di malam hari sebagaimana umumnya ikan catfish lainnya. Patin suka bersembunyi di dalam liang-liang di tepi sungai habitat hidupnya dan

termasuk ikan dasar, hal ini bisa dilihat dari bentuk mulutnya yang agak ke bawah.

### 2.3 Makanan dan Kebiasaan Makan

Menurut Djarijah (2001), ikan patin (*pangasius sp*) memerlukan sumber energi yang berasal dari makanan untuk pertumbuhan dan kelangsungan hidup. Ikan patin merupakan ikan pemakan segala (omnivora), tetapi cenderung ke arah karnivora (pemakan daging/hewani) susanto dan Amri (2002) menjelaskan, didalam makanan utama ikan patin berupa udang renik (crustacea), insekta dan molusca. Sementara makanan pelengkap ikan patin berupa rotifera, ikan kecil dan daun-daunan yang ada diperairan. Apabila dipelihara dikolam, ikan patin tidak menolak diberi pakan, sesuai dengan penelitian Jangkruk, (2004) dalam buku budidaya ikan dijaring terapung, Cholik *et al* (2004) yang menyatakan bahwa ikan patin (*pangasius sp*) sangat tanggap pakan buatan.

Ikan patin yang dipelihara dikolam diberi pakan dengan kandungan protein 28-35 %, pakan pelet 3 % per hari dan diberikan 3 kali per hari, untuk mempercepat pematangan gonad, induk ikan diberi pakan ikan rucah 10 % dari bobotnya dan diberikan 2 kali seminggu. (Anonymous, 2000).

### 2.4 Kualitas Air

Kualitas air merupakan salah satu faktor penting pendukung keberhasilan budidaya ikan, yang di dalamnya terdapat kegiatan pengangkutan dalam bentuk hidup. Kualitas air yang optimum akan membuat ikan nyaman didalamnya. Kualitas air yang kurang baik dapat mengakibatkan lambatnya pertumbuhan dan pada kondisi ekstrim dapat menyebabkan kematian.

#### 2.4.1 Suhu

Suhu di air adalah suatu faktor yang amat penting bagi kehidupan organisme di perairan, karena suhu mempengaruhi baik aktivitas organisme

maupun perkembangan dari organisme–organisme tersebut (Evan dan Hutabarat, 1985). Peningkatan suhu menyebabkan peningkatan kecepatan metabolisme dan respirasi organisme air, dan selanjutnya mengakibatkan peningkatan konsumsi oksigen. Peningkatan suhu perairan sebesar 10°C menyebabkan terjadinya peningkatan konsumsi oksigen oleh organisme akuatik sekitar 2-3 kali lipat (Effendi, 2003).

Menurut Lesmana (2001), pada daerah tropis, suhu dan kualitas airnya sangat stabil disepanjang tahun. Suhu optimal untuk budidaya di daerah tropis berada pada kisaran 22-27°C, tergantung jenisnya. Ada jenis ikan yang toleransinya ke suhu tinggi sampai 34°C dan ke suhu rendah sampai 18°C. Hanya saja adaptasi ke suhu toleransi tersebut harus dilakukan secara perlahan tidak lebih dari 8°C per hari. Suhu air selama pengangkutan menjadi hal yang penting karena akan mempengaruhi aktivitas ikan selama perjalanan. Suhu yang terlalu tinggi akan menyebabkan ikan bernafas lebih cepat sehingga kebutuhan oksigen pun meningkat. Selain itu, ikan menjadi lekas lelah karena tenaganya terkuras akibat aktivitas. Dengan demikian, proses pengeluaran kotoran menjadi cepat sehingga kualitas air menurun drastis. Padahal, selama pengangkutan tidak dilakukan pergantian air sehingga penurunan kualitas air dapat mengancam keselamatan ikan. Untuk pengangkutan yang membutuhkan waktu lama, air dalam wadah pengangkutan harus diberikan oksigen dan dijaga agar suhu tidak lebih dari 28°C, suhu yang paling baik untuk pengangkutan di daerah tropis adalah 20-24°C (Woynarovich, 1980 *dalam* Mugis, 2006).

#### **2.4.2 Oksigen Terlarut (DO)**

Oksigen yang diperlukan biota air untuk pernapasannya harus terlarut dalam air. Oksigen merupakan salah satu faktor pembatas, sehingga bila ketersediaannya di dalam air tidak mencukupi kebutuhan biota budidaya, maka segala aktivitas biota akan terhambat. Menurut Zonneveld dkk. (1991) kebutuhan

oksigen pada ikan mempunyai kepentingan pada dua aspek, yaitu kebutuhan lingkungan bagi spesies tertentu dan kebutuhan konsumtif yang tergantung pada metabolisme ikan. Perbedaan kebutuhan oksigen dalam suatu lingkungan bagi ikan dari spesies tertentu disebabkan oleh adanya perbedaan struktur molekul sel darah ikan, yang mempengaruhi hubungan antara tekanan parsial oksigen dalam air (Kordi, 2007).

Menurut Lukito dan Surip (2007), oksigen merupakan zat terpenting bagi organisme untuk bernafas. Keberadaan oksigen ada di udara dan yang terlarut dalam air. Faktor-faktor yang menyebabkan adanya oksigen dalam air adalah sebagai berikut :

1. Pergerakan air di permukaan, menyebabkan difusi udara ke dalam air sehingga dapat memperkaya kandungan oksigen di dalam air.
2. Suhu, semakin tinggi suhu air akan menyebabkan kandungan oksigen yang terlarut menjadi semakin sedikit.
3. Tekanan udara, semakin tinggi suatu wilayah atau daerah dari permukaan air laut, semakin rendah tekanan udaranya dan kandungan oksigen didalam air pun rendah.
4. Tumbuhan air, adanya proses fotosintesis pada tumbuhan air mempengaruhi keberadaan oksigen di dalam air. Pada siang hari, tanaman mengeluarkan oksigen sedangkan pada malam hari mengeluarkan karbondioksida.

Menurut Wurts (2006), suhu dan oksigen terlarut yang tersedia didalam wadah selama pengangkutan agar ikan tetap hidup dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Suhu dan oksigen terlarut didalam wadah pengangkutan

Suhu (°C)	Oksigen terlarut (ppm)
15	6,4
18	6,2
21	5,8
23	5,4
26	5,2

Meskipun beberapa ikan mampu bertahan hidup pada perairan dengan konsentrasi oksigen 3 ppm, namun konsentrasi minimum yang masih dapat diterima sebagian besar spesies biota air budidaya untuk hidup dengan baik adalah 5 ppm. Untuk itu konsentrasi oksigen yang baik dalam budidaya adalah antara 5-7 ppm (Kordi, 2007).

#### 2.4.3 Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman lebih dikenal dengan istilah pH. pH (singkatan dari *puissance negatif de H*), yaitu logaritma dari kepekatan ion-ion H (hidrogen) yang terlepas dalam suatu cairan (Kordi, 2007).

Nilai pH meyakinkan nilai konsentrasi ion hidrogen dalam suatu larutan, didefinisikan sebagai logaritma dari resiprokal aktivitas ion hidrogen dan secara matematis dinyatakan sebagai  $pH = \log \frac{1}{H^+}$ , dimana  $H^+$  adalah banyaknya ion hidrogen dalam mol per liter larutan. Kemampuan air untuk mengikat atau melepas sejumlah ion hidrogen akan menunjukkan apakah larutan tersebut bersifat asam atau basa. Organisme laut dapat hidup dalam suatu perairan yang mempunyai nilai pH netral dengan kisaran toleransi antar asam lemah sampai basa lemah. Nilai pH yang ideal bagi kehidupan organisme laut pada umumnya terdapat antara 7-8,5. Adapun pH dapat diklasifikasikan menjadi 3 yaitu ; asam (3-6,9), netral (7-8,5) dan basa (diatas 8,5) (Barus, 2002).

Untuk ikan patin sangat toleran terhadap derajat keasaman (pH) air. Ikan ini dapat bertahan hidup di perairan dengan derajat keasaman yang agak asam (pH rendah) sampai di perairan yang basa (pH tinggi) dengan pH 5-9 (Amri dan Khairuman, 2008).

#### 2.4.4 Amonia

Amonia merupakan senyawa nitrogen yang mudah larut dalam air dan bersifat basa sehingga dalam air akan membentuk ammonium hidroksida

(Sutrisno dan Badrus 2006). Di dalam air amonia terdapat dalam dua bentuk, yaitu  $\text{NH}_4^+$  atau biasa disebut *Ionized Ammonia* (IA) yang kurang beracun dan  $\text{NH}_3$  atau *Unionized Ammonia* (UIA) yang beracun (Kordi, 2007).

Kadar amonia bebas yang tidak terionisasi ( $\text{NH}_3$ ) pada perairan tawar sebaiknya tidak lebih dari 0,02 mg/L. Jika kadar amonia di perairan lebih dari 0,2 mg/L, perairan bersifat toksik pada beberapa jenis ikan (Sawyer dan McCarty, 1978 dalam Effendi, 2003). Toksisitas amonia dipengaruhi oleh pH yang ditunjukkan dengan kondisi pH rendah akan bersifat racun jika jumlah amonia banyak, sedangkan dengan kondisi pH tinggi hanya dengan jumlah amonia yang sedikit akan bersifat racun (Aria, 2010).

Pada pH 7 kurang dari 1% dari total amonia berada dalam bentuk tak terion yang beracun, pada pH 8 sekitar 5-9%, pada pH 9 sebanyak 30-50% dan pada pH 10 sebanyak 80-90%. Akibatnya toksisitas amonia sering terjadi pada kolam yang berbuffer rendah. Kandungan oksigen terlarut yang rendah juga dapat meningkatkan toksisitas amonia (Boyd, 1982).

## 2.5 Kelulushidupan

Kelulushidupan merupakan peluang hidup dalam suatu saat tertentu. Kelulushidupan ikan dipengaruhi oleh faktor biotik dan abiotik. Faktor biotik yang mempengaruhi yaitu kompetitor, parasit, umur, kepadatan populasi, kemampuan adaptasi dari hewan dan penanganan manusia. Faktor abiotik yang berpengaruh antara lain sifat fisika dan sifat kimia dari suatu lingkungan perairan (Rika, 2008 dalam Susanto, 2008).

Pada dasarnya keberhasilan kegiatan pengangkutan ikan tidak terlepas kaitannya dari cara penanganan ikan sejak sebelum dikemas hingga sampai tempat tujuan, tetapi yang lebih penting lagi dari semuanya itu adalah cara mempertahankan agar kualitas fisika-kimia air media selama pengangkutan agar

lebih stabil sehingga diharapkan dapat mendukung dan menjaga kesehatan ikan yang sedang diangkut (Slamet, Ismi dan Titiek, 2002). Selain itu keberhasilan transportasi ikan hidup selalu dipengaruhi sifat fisiologi ikan sendiri, ukuran ikan, kebugaran/mutu ikan menjelang transportasi, mutu air selama transportasi (suhu media, DO, pH, CO<sub>2</sub> dan amonia), kepadatan ikan dalam wadah, teknik mobilitasi dengan menggunakan suhu rendah atau bahan kimia serta metabolit alam dan lama pengangkutan (Suryaningrum *et al.*, 2001 *dalam* Slamet *et al.*, 2002).

Bahan kimia yang dapat ditambahkan pada pengangkutan sistem tertutup untuk meningkatkan kelulushidupan adalah zeolit. Menurut Nurhasanah (2010), penambahan zeolit sebanyak 20g dapat meningkatkan kelulushidupan hingga 58,06% pada pengangkutan ikan Neon tetra, sedangkan penambahan 10 g karbon aktif dan 10 g zeolit dapat meningkatkan kelulushidupan hingga 100% dengan waktu pengangkutan 102 jam pada pengangkutan ikan Corydoras (Supriyono *et al.*, 2008).

## 2.6 Zeolit

Zeolit pertama kali digambarkan sebagai kelompok mineral oleh minerologi Swedia Baron Axel Cronstedt pada tahun 1756. Kata “zeolit” berasal dari kata Yunani zein yang berarti membuih dan lithos yang berarti batu. Zeolit (Gambar 2.2) merupakan hasil tambang yang bersifat lunak dan mudah kering. Warna dari zeolit adalah putih keabu-abuan, putih kehijau-hijauan, atau putih kekuning-kuningan. Ukuran kristal zeolit kebanyakan tidak lebih dari 10–15 mikron (Sutarti, 1994)

Menurut Breck, 1974 *dalam* Sri Hartutik, dkk. (2010), zeolit merupakan mineral aluminosilikat yang mempunyai struktur yang khas, dalam kristal zeolit terdapat saluran pori-pori dan rongga-rongga yang tersusun secara beraturan serta mempunyai sisi aktif yang mengikat kation yang dapat dipertukarkan. Hal

tersebut memungkinkan adanya pertukaran kation  $\text{Na}^+$  yang akan digantikan oleh ion amonium karena ion  $\text{Na}^+$  ukurannya lebih kecil dibandingkan ion amonium.



Gambar 2.2 Zeolit (Arifin, 2010)

Zeolit mempunyai struktur pori dengan ukuran tertentu dan luas permukaan yang besar sehingga dapat berfungsi sebagai penyerap dengan selektivitas dan kemampuan penyerapan yang cukup tinggi. Struktur zeolit yang memiliki pori dengan ukuran tertentu menyebabkan molekul-molekul dengan ukuran kecil mampu terserap ke dalam struktur zeolit. Struktur zeolit yang mempunyai pori dan saluran-saluran biasanya diisi oleh molekul air yang dapat dipertukarkan dengan kation-kation yang sesuai, seperti  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  dan  $\text{Mg}^{2+}$ . Molekul air dapat dikeluarkan dari pori zeolit dengan pemanasan. Struktur pori yang ada pada zeolit mampu digunakan untuk memisahkan gas-gas yang berbeda ditinjau dari ukurannya. Selain itu, zeolit mampu digunakan untuk memisahkan senyawa polar dan non-polar berdasarkan muatan yang ada pada permukaan zeolit. Beberapa faktor yang mempengaruhi sifat penyerapan pada padatan zeolit antara lain, rasio Si/Al dalam struktur zeolit, ukuran pori dan volume pori, ukuran dan bentuk dari kerangka serta lorong dari zeolit (Bekum, 1991 dalam Srihapsari, 2006).

Menurut Sutarti (2004) dalam Rini dan Lingga (2020) karakteristik zeolit meliputi :

- a. Density : 1,1 g/cc
- b. Porositas : 0,31
- c. Volume berpori : 0,28-3 cc/g
- d. Surface area : 1-20 m<sup>2</sup>/g
- e. Jari-jari makropori : 30-100 nm
- f. Jari-jari mikropori : 0,5 nm

Zeolit mempunyai sifat-sifat umum antara lain berbentuk kristal yang agak lunak, air kristalnya mudah dilepaskan dengan pemanasan dan mudah menyerap air kembali dari udara (dehidrasi), mudah melakukan pertukaran ion-ion alkali dengan ion-ion lainnya (pertukaran ion), adsorpsi dan katalis. Zeolit mempunyai struktur berongga dan biasanya rongga ini diisi oleh air dan kation dapat dipertukarkan dan memiliki ukuran pori-pori tertentu. Oleh karena itu, zeolit dapat dimanfaatkan sebagai: penyaring molekular, penukar ion, penyerap bahan dan katalisator (Anshori, 2009).

Menurut Anshori (2009), sifat-sifat zeolit meliputi :

1). Dehidrasi

Sifat dehidrasi akan berpengaruh terhadap sifat adsorpsinya. Zeolit dapat melepaskan molekul air dari rongga permukaan yang menyebabkan medan listrik meluas ke dalam rongga utama dan akan efektif berinteraksi dengan molekul yang akan diadsorpsi. Jumlah molekul air sesuai dengan jumlah pori-pori atau volume ruang hampa yang akan terbentuk bila unit sel kristal zeolit tersebut dipanaskan.

2). Adsorpsi

Dalam keadaan normal ruang hampa dalam kristal zeolit terisi oleh molekul air bebas yang berada di sekitar kation. Bila kristal zeolit dipanaskan pada suhu 300-400<sup>0</sup>C maka air tersebut akan keluar sehingga zeolit dapat berfungsi sebagai penyerap gas atau cairan. Selektivitas adsorpsi zeolit terhadap ukuran molekul tertentu dapat disesuaikan dengan jalan pertukaran kation, dekationisasi, dealuminasi secara hidrotermal dan perubahan perbandingan kadar Si dan Al.

Ada dua alasan penting yang berhubungan dengan keselektifan dan kapasitas zeolit, yaitu:

- 1) Zeolit dapat memisahkan molekul-molekul berdasarkan ukuran molekul dan konfigurasi dari molekul relatif terhadap ukuran dan geometri dari struktur zeolit.
- 2) Zeolit merupakan molekul pengadsorpsi, khususnya terhadap suatu momen dipol permanen dan efek-efek interaksi lainnya dengan keselektifan yang tidak sama dengan adsorben-adsorben lainnya. Jika beberapa molekul memasuki sistem mikropori dari zeolit, maka salah satunya akan ditahan berdasarkan kepolaran atau efek interaksi lain dari molekul tersebut dengan zeolit. Molekul-molekul polar dan tak jenuh akan diadsorpsi secara selektif.
- 3) Penukar ion

Ion-ion pada rongga atau kerangka elektrolit berguna untuk menjaga kenetralan zeolit. Ion-ion ini dapat bergerak bebas sehingga pertukaran ion yang terjadi bergantung kepada ukuran dan muatan maupun jenis zeolitnya. Sifat sebagai penukar ion dari zeolit antara lain bergantung kepada kation, suhu dan jenis anion. Penukaran kation dapat menyebabkan perubahan beberapa sifat zeolit seperti stabilitas terhadap panas, sifat adsorpsi dan aktivitas katalitis.

#### 4) Katalis

Sifat khusus dari zeolit yang secara praktis akan menentukan sifat khusus mineral ini adalah adanya ruang kosong yang akan membentuk saluran didalam strukturnya. Bila zeolit digunakan pada proses penyerapan atau katalitis, maka akan terjadi difusi molekul ke dalam ruang bebas di antara kristal. Dengan demikian dimensi serta lokasi saluran sangat penting. Reaksi kimia juga terjadi di permukaan saluran tersebut.

Zeolit mempunyai kemampuan bertindak sebagai katalis untuk suatu reaksi kimia yang terjadi dalam rongga. Zeolit juga dapat bertindak sebagai katalis oksidasi atau reduksi, biasanya setelah logam dimasukkan kedalam kerangka. Sebagai contohnya penggunaan titanium ZSM-5 dalam pembuatan kaprolaktam dan tembaga zeolit dalam dekomposisi NO<sub>x</sub>.

#### 5) Penyaring atau pemisah

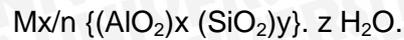
Zeolit dapat memisahkan molekul gas atau zat lain dari suatu campuran tertentu karena mempunyai rongga yang cukup besar dengan garis tengah yang bermacam-macam tergantung dari jenis zeolitnya. Volume dan ukuran garis tengah ruang hampa dalam kisi-kisi kristal mempunyai dasar kemampuan zeolit untuk bertindak sebagai penyaring molekul. Molekul yang berukuran lebih kecil dapat melintas sedangkan yang berukuran lebih besar dari rongga akan tertahan atau ditolak.

Zeolit merupakan kristal berongga yang terbentuk oleh jaringan silika alumina tetrahedral tiga dimensi dan mempunyai struktur yang relatif teratur yang di dalamnya terisi oleh logam alkali atau alkali tanah sebagai penyeimbang muatannya. Rongga-rongga tersebut merupakan sistem saluran yang didalamnya terisi oleh molekul air (Ismaryata, 1999 dalam Fatha, 2007).

Kerangka dasar struktur zeolit terdiri dari unit-unit tetrahedral (AlO<sub>4</sub>)<sup>5-</sup> dan (SiO<sub>4</sub>)<sup>4-</sup> (Gambar 2.3) yang saling berhubungan melalui atom oksigen dan di

dalam struktur tersebut  $\text{Si}^{4+}$  dapat diganti  $\text{Al}^{3+}$  dengan substitusi isomorfik.

Menurut Martin (2000) dalam Fatha (2007), formula satuan sel zeolit adalah:



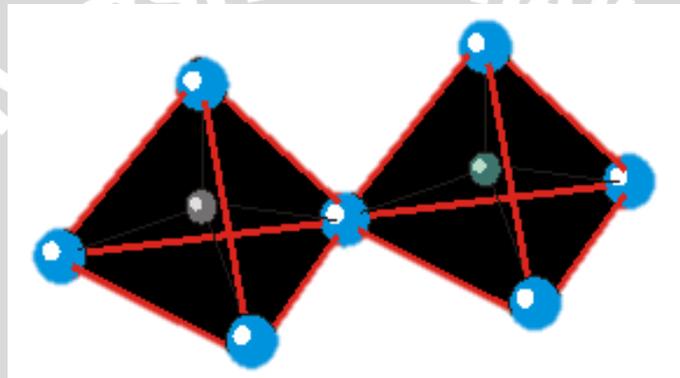
M : kation alkali/alkali tanah

n : valensi logam alkali/alkali tanah

{ } : kerangka alumina

z : jumlah molekul air yang terhidrat.

x dan y: jumlah tetrahedron per unit sel



Gambar 2.3.  $(\text{AlO}_4)^5-$  dan  $\text{TO}_4$  pada struktur zeolit (Thamzil, 2010)

Zeolit disini berfungsi sebagai pengontrol kandungan ion  $\text{NH}_4^+$  didalam air. Pada umumnya ion ini berasal dari kotoran ikan dan sisa-sisa makanan yang telah membusuk. Dengan pemberian zeolit, pada ruangan yang sama jumlah ikan yang dapat dipelihara lebih banyak (Arifin, 2010).

Menurut hasil penelitian terdahulu (Banon dan Suharto, 2008) adsorpsi amonia pada zeolit diduga melalui mekanisme pertukaran kation sebagai berikut:

Pertama-tama molekul amonia teradsorpsi pada pori-pori zeolit, yang dipermukaannya terdapat ion-ion logam alkali atau hidrogen. Selanjutnya molekul-molekul amoniak berinteraksi secara kimia dengan sisi-sisi aktif pada permukaan zeolit dan mensubstitusi ion-ion alkali atau hidrogen, sehingga membentuk gugus ammonium pada permukaan zeolit aktif. Ikatan antara gugus amonium dan sisi aktif permukaan zeolit bersifat rentan terhadap pemanasan.

Mekanisme ini lebih diperkuat dengan hasil penelitian terdahulu. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, diusulkan sebuah model sederhana mekanisme adsorpsi amoniak dalam air oleh adsorben zeolit alam. Adsorpsi amoniak oleh adsorben zeolit berlangsung melalui mekanisme pertukaran kation. Ion-ion amonium mengganti kation-kation logam alkali pada permukaan zeolit alam. Kalsinasi pada suhu  $500^{\circ}\text{C}$  menyebabkan ion amonium ( $\text{NH}_4^+$ ) pada permukaan zeolit terurai dan melepaskan molekul amoniak, sehingga permukaan zeolit dipenuhi oleh ion-ion hidrogen di permukaan strukturnya, ini juga dapat berlangsung jika zeolit alam diaktivasi langsung dengan larutan asam. Molekul-molekul amoniak kemudian diadsorpsi dan berikatan secara kovalen koordinasi dengan ion-ion hidrogen pada permukaan zeolit membentuk ion-ion amonium.

Menurut Handayani (2010), mekanisme penghilangan ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) menggunakan zeolit termasuk reaksi pertukaran ion dimana zeolit mempunyai muatan negatif akibat adanya perbedaan muatan antara  $\text{Si}^{4+}$  dengan  $\text{Al}^{3+}$ . Muatan negatif ini muncul karena atom Al yang bervalensi 3 harus mengikat 4 atom oksigen yang lebih elektronegatif dalam kerangka zeolit. Dengan adanya muatan negatif ini maka zeolit mampu mengikat kation lemah seperti kation Na dan Ca. Karena lemahnya ikatan inilah maka zeolit bersifat sebagai penukar kation yaitu kation Na atau Ca akan tergantikan posisinya dengan ion ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ). Ion ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) mampu bertukar kation tidak hanya pada permukaan luar zeolit tapi juga pada permukaan dalam zeolit. Kesetimbangan tercapai ketika semua pertukaran ion ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) dan kation pada permukaan luar dan dalam zeolit telah tercapai.

## 2.7 Pengangkutan Ikan

Pengangkutan ikan didefinisikan sebagai usaha untuk memindahkan ikan hidup dari suatu tempat ke tempat lainnya dengan memperhatikan faktor-faktor

yang mendukung kehidupan ikan selama dalam perjalanan (Liviawaty dan Eddy, 1993). Menurut Purwaningsih (1998) dalam Berka (1986), terdapat dua sistem pengangkutan ikan yang biasa digunakan dalam pengangkutan yaitu :

➤ Sistem Terbuka

Pada sistem terbuka ini, air dalam wadah dapat berhubungan langsung dengan udara luar, sistem ini banyak dilakukan untuk pengangkutan ikan jarak yang relatif dekat.

➤ Sistem Tertutup

Sistem ini mempunyai tingkat efisiensi yang relatif tinggi pada jarak dan waktu terutama dalam penggunaan tempat. Wadah dapat menggunakan kantong plastik atau kemasan lain yang tertutup rapat.

Menurut Anonymous (2002) dalam Mugis (2006), kepadatan ikan berbeda sesuai ukuran dan lama pengangkutan ikan dengan sistem tertutup, yang disajikan pada Tabel 2.2

Tabel 2.2 Kepadatan ikan sesuai ukuran dan lamanya pengangkutan

Ukuran ikan	6 jam	12 jam	24 jam
1-2 cm	1000 ekor/liter	500 ekor/liter	250 ekor/liter
2-3 cm	400 ekor/liter	200 ekor/liter	100 ekor/liter
3-5 cm	200 ekor/liter	100 ekor/liter	50 ekor/liter
5-7 cm	75 ekor/liter	30 ekor/liter	10 ekor/liter

Menurut Lim *et al.*(2003), pada transportasi ikan hias jumlah air harus sesuai dengan jumlah ikan yang akan diangkut. Kemampuan kepadatan ikan adalah berat ikan (gr) per unit volume dari air. Secara umum kepadatan berhubungan dengan ukuran ikan, semakin besar ukuran ikan semakin rendah konsumsi oksigen dan produksi nitrogen semakin kecil. Pada pengangkutan ikan mas selama 30 jam kepadatannya 272 g/L dengan berat ikan rata-rata 13,8 g.

Pengangkutan ikan hidup secara tertutup sering diberi bahan tambahan berupa bahan kimia untuk meningkatkan tingkat kelulushidupan ikan. Berbagai bahan kimia yang sering ditambahkan menurut Herwig (1979) dalam Suaidi (2006) (Tabel 2.3).

Tabel 2.3. Bahan kimia yang digunakan pada pengangkutan ikan hias

Bahan kimia	Konsentrasi (ppm)
Quinaldine	25
MS-222	60-70
Zeolit	20
Karbon aktif	20
NaCl	9000
Furanance	0,05-0,2
Acriflavin netral	3-10

Faktor-faktor yang sangat berpengaruh terhadap keberhasilan pengangkutan ikan hidup menurut Komarudin dan Effendie (1978), adalah sebagai berikut :

- Kualitas air, meliputi suhu, DO, pH, dan hasil ekskresi berupa amonia.
- Lama pengangkutan, yaitu sejak pengemasan sampai pelepasan ikan dari kemasan.
- Cara penanganan, mulai dari penangkapan, pengemasan, dan pengangkutan
- Ukuran ikan. kepadatan dan kesehatan ikan.

Bahan tersebut dapat digolongkan menjadi tiga macam yaitu sedatif, stabilisator kualitas air dan antibiotik. Sedatif merupakan obat bius contohnya MS-222, stabilisator kualitas air meliputi buffer pH, zeolit, es, NaCl, sedangkan antibiotik contohnya *furanance* dan *acriflavin* (Cole *et al*, 1999 dalam Suaidi, 2006).