

II. TINJAUAN PUSTAKA

Mineral fosfor merupakan salah satu mineral penting yang dibutuhkan oleh ikan, karena mineral ini sangat berperan dalam mineralisasi tulang dan pertumbuhan ikan serta untuk metabolisme lipid, karbohidrat dan asam amino (Watanabe, 1988; Lall, 1989; NRC, 1993). Keberadaan mineral fosfor dalam pakan sangat penting untuk berbagai proses metabolik, diantaranya sebagai penyangga dalam cairan-cairan tubuh. Mineral fosfor esensial sebagai komponen dari fosfolipid, asam-asam nukleat, fosfoprotein, senyawa berenergi tinggi (ATP), banyak berperan pada metabolisme intermedier dan kofaktor beberapa jenis enzim (Akimaya et al., 1991). Selanjutnya Zubay (1983) dalam Davis et al. (1991) menyatakan bahwa fosfat anorganik juga berperan penting sebagai penyangga agar pH cairan intra dan ekstraseluler tetap normal. Sementara itu Davis et al. (1991) mengemukakan bahwa fosfor merupakan komponen dari berbagai fosfat organik seperti adenosine triphosphate (ATP), fosfolipid, koenzim, deoxyribonucleid acids (DNA) dan ribonucleic acids (RNA).

Fosfor dan kalsium merupakan mineral yang paling besar peranannya dalam pertumbuhan ikan. Kedua mineral ini sangat diperlukan dalam pembentukan jaringan tulang. Fosfor dan kalsium yang terkandung dalam tubuh ikan lebih sedikit dibandingkan binatang darat (Wasserman, 1960 dalam NRC, 1983). Ikan mempunyai keterbatasan untuk menyerap fosfor dari air karena konsentrasi fosfor yang terlarut dalam air sangat kecil. Oleh karena itu kebutuhan fosfor untuk ikan sebagian besar dipenuhi dari pakannya. Fosfor yang dibutuhkan ikan/kg/hari sekitar 120 – 240 mg (Lovell, 1989).

Pada beberapa jenis ikan, defisiensi fosfor terutama ditandai dengan pertumbuhan yang lambat, efisiensi pakan yang rendah dan mineralisasi tulang terhambat (Lall, 1989). Later, Ogino dan Takeda (1976) *dalam* Halver (1989) menemukan bahwa defisiensi fosfor pada ikan mas menyebabkan pembentukan tulang yang tidak sempurna, pertumbuhan menurun, efisiensi pakan yang rendah serta kandungan fosfor dan kalsium yang rendah pada rangka. Tanda-tanda lain dari defisiensi fosfor pada ikan mas adalah meningkatnya aktivitas enzim glukogenik di hati, meningkatnya air dalam karkas, menurunnya kadar fosfor dalam darah, pembentukan kepala dan rangka yang tidak sempurna (Ogino dan Takeda, 1976 *dalam* Halver, 1989; Takeuchi dan Nakazoe, 1981 *dalam* NRC, 1993). Penambahan fosfor yang rendah pada ikan red sea bream menyebabkan membesar dan membengkoknya rangka, kadar fosfor dalam darah menurun, meningkatnya deposit lemak dalam otot dan hati serta menurunnya kandungan glikogen dalam hati (Sakamoto dan Yone, 1980 *dalam* Halver, 1989).

Watanabe et al. (1980) *dalam* Hephher (1990) menemukan bahwa ikan mas yang kekurangan fosfor mengakibatkan terjadinya lordosis dan kekurangan kalsium, selanjutnya pada ikan trout yang kekurangan fosfor menyebabkan nafsu makan berkurang, pergerakan lamban dan rendahnya kalsium di seluruh tubuh. Sakamoto dan Yone (1978) dan Ogino et al. (1980) *dalam* Hephher (1990) menemukan bahwa ketika fosfor dalam pakan rendah menyebabkan lemak lebih banyak terakumulasi di dalam tubuh khususnya pada usus. Kandungan fosfor dalam pakan tidak hanya mempengaruhi penyerapan kalsium, tetapi juga mineral lainnya seperti kobalt dan

magnesium. Ketika fosfor dalam pakan rendah maka kandungan total mineral pada ikan juga rendah (Ogino et al., 1979; Watanabe et al., 1980 *dalam* Hephher, 1990).

Phillips et al. (1957) *dalam* Hephher (1990) meneliti tentang penyerapan fosfor berlabel ($^{32}\text{PO}_4$) yang terkandung dalam air oleh ikan brook trout. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa penyerapan fosfor melalui air relatif kecil, dimana dalam 96 jam ikan hanya menyerap 1/30.000 dari total kandungan fosfor ke dalam tubuhnya. Peneliti-peneliti tersebut juga mengamati distribusi fosfor yang telah diserap di dalam tubuh ikan trout. Hasil pengamatan menunjukkan, proporsi fosfor yang diserap lebih tinggi pada usus dibandingkan pada insang atau jaringan lainnya. Also Brichon (1973) *dalam* Hephher (1990) juga menemukan bahwa tempat penyerapan fosfor terutama terjadi di dalam usus ikan.

Laju penyerapan fosfor di usus ikan juga dipengaruhi oleh konsentrasi fosfor dalam air (Phillips et al., 1957 *dalam* Hephher, 1990). Pada konsentrasi fosfor yang tinggi di dalam air, penyerapannya oleh ikan juga tinggi. Akan tetapi, konsentrasi fosfor di perairan alami pada umumnya rendah yaitu berkisar 0,005 – 0,05 ppm (Hephher, 1990). Hal itu berarti bahwa pada kondisi alami, penyerapan fosfor dari air relatif kecil dan kemungkinan tidak cukup untuk memenuhi kebutuhan nutrisi ikan. Oleh karena itu diperlukan suplai pakan berfosfor untuk memenuhi kebutuhan ikan. Khusus untuk pembentukan tulang, Phillips et al. (1957) *dalam* Hephher (1990) menyatakan bahwa asimilasi fosfor dari pakan adalah 200 kali lebih besar daripada yang diserap dari air.

Phillips et al. (1957) dalam Hephher (1990) mempelajari asimilasi fosfor pakan dan distribusinya di sejumlah jaringan ikan seperti di lambung, usus dan insang. Laju akumulasi fosfor pada usus ternyata sebanding dengan di insang dan jaringan tubuh lainnya, tetapi lebih tinggi daripada di dalam lambung. Peneliti ini menyimpulkan bahwa tempat asimilasi fosfor adalah di dalam usus ikan. Menurut Nakamura (1982) dalam Hephher (1990) laju asimilasi fosfor yang ditambahkan ke dalam pakan memang tinggi dan biasanya berkisar 90 – 95 %. Selanjutnya ditambahkan pula bahwa laju asimilasi fosfor juga dipengaruhi oleh temperatur, dimana pada temperatur yang lebih tinggi akan menyebabkan laju asimilasi fosfor juga lebih tinggi, demikian pula metabolisme dalam tubuh ikan.

Fosfor ditemukan dalam banyak bahan baku pakan, tetapi ketersediaannya pada berbagai jenis ikan mungkin berbeda (Hephher, 1990). Selanjutnya dikatakan bahwa beberapa bahan campuran fosfor di alam tidak larut dalam air tetapi hanya larut dalam asam. Murakami (1967) dalam Hephher (1990) menemukan adanya penambahan 4 % Na_2HPO_4 pada pakan komersil ikan mas dapat mencegah tanda-tanda defisiensi seperti pembentukan tulang yang tidak sempurna, dan hasilnya memperlihatkan laju pertumbuhan ikan yang lebih baik, pemanfaatan pakan lebih baik dan dapat meningkatkan kelangsungan hidup ikan. Selanjutnya dinyatakan bahwa penambahan fosfor ke dalam pakan pada percobaan ini juga menyebabkan peningkatan kandungan protein tubuh dan menurunnya kandungan lemak tubuh ikan. Ini menunjukkan adanya peranan fosfor dalam metabolisme lemak dan terjadinya penghematan energi tubuh.

Kebutuhan ikan akan mineral fosfor biasanya bervariasi, bergantung pada jenis ikan dan kandungan kalsium, sebagai contoh ikan sidat memerlukan kalsium dan fosfor dalam perbandingan $\text{Ca} : \text{P} = 1 : 2$ atau $0,34 \% : 0,68 \%$ (Nose dan Arai, 1979). Mokoginta dkk (1993) melaporkan bahwa ikan lele (*Clarias batrachus* Linn.) memerlukan fosfor sebanyak $0,78 - 0,97 \%$ dalam pakannya, ikan gurame (*Osphronemus gouramy* Lac.) $0,71 - 1,06 \%$, ikan mas (*Cyprinus carpio* Linn.) $0,79 \%$ dan ikan grass carp (*Ctenopharingodon idella*) $1,06 \%$.