

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. *Lemna minor*

Lemna minor adalah salah satu spesies Duckweed (*Family Lemnaceae*) merupakan tanaman kecil yang mengapung bebas dengan penyebaran yang sangat luas di seluruh dunia. Ada lima genus yaitu : *Spirodela*, *Landoltia*, *Lemna*, *Wolffia*, dan *Wolffiella* dan terdiri dari sekitar 40 spesies. Tanaman ini secara relatif mempunyai morfologi yang sederhana dan tidak mempunyai batang atau kehidupan yang lengkap dan selalu terdiri dari daun yang berbentuk oval dalam jumlah sedikit bahkan ada yang berdaun tunggal, panjangnya biasanya mencapai 5 mm. Tiap-tiap daun tidak semuanya mempunyai akar dan sangat jarang berbunga. Reproduksi seksual jarang terjadi, hampir semua reproduksinya berlangsung secara vegetatif. Tanaman ini hidup dalam bentuk koloni dan membentuk kemampuan tumbuh yang sangat cepat (N.A.S.,1976 ; Pancho dan Soerjani, 1978).

Menurut Andersen *et al.* (1985) *duckweed* termasuk tanaman C3, dengan tingkat fotorespirasi yang tinggi. Keseimbangan antara fotosintesis dan fotorespirasi tergantung dari rasio CO₂:O₂ pada atmosfer. Dengan meningkatnya level CO₂ di udara, atau menurunnya level O₂, fotorespirasi dapat menurun dan fotosintesis meningkat, akibatnya pertumbuhan meningkat.

Gupta dan Lamba (1976) menyatakan bahwa salah satu cara untuk mengontrol gulma air adalah dengan memanfaatkannya, seperti untuk bahan

pakan ternak, kompos, biogas, sumber protein dan karoten. Matai (1976) menyatakan bahwa beberapa gulma air diketahui sangat potensial sebagai penghasil protein dan pencernaan protein kasarnya tinggi, sehingga dapat dipertimbangkan sebagai bahan pakan ternak. Kandungan nutrisi *duckweed* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan Nutrien *Duckweed* Menurut Beberapa Peneliti

Nutrien	A	B	C	D	E	F	G	Rerata
	------(%)-----							
Bahan Kering	-	6	4,93	-	-	-	8,7	6,57
Protein Kasar	-	20	29,9	24	38	25,2	29,3	27,8
Kalsium	1	1,1	-	1,6	-	-	-	1,22
Fosfor	1,4-3	0,5	-	1,9	-	-	-	1,75
Lemak Kasar	4-6	3,8	5,33	2,8	5,5	1,33	4,9	4,09
Serat Kasar	7-10	16	9,6	10	9,3	13,5	6,9	10,56
Abu	8-14	17	15	12	15	18	15,4	14,77
Bahan Ekstrak Tanpa Nitrogen	-	43	-	-	32	42	-	38,98

A : National Academy of Sciences (1976)

B : Banerjee dan Matai (1990)

C : Rusoff *et al.* (1980)

D : Boyd dan Scarsbook (1975)

E : Culley *et al.* (1981)

F : Lal dan Pathak (1988)

G : Hassan dan Edwards (1992)

Duckweed merupakan tanaman yang dominan di setiap wilayah karena mampu menutupi sebagian atau seluruh permukaan air sepanjang tahun. Morfologi atau bentuk pertumbuhannya memungkinkan untuk pengambilan spesimen yang dapat merefleksikan habitat tumbuhan air dan kondisi kimia pada tiap daerah *sampling*. *Duckweed* dapat tumbuh baik di daerah beriklim sedang maupun tropis, dan dapat tumbuh di permukaan kolam yang dangkal (Wedge dan Burris, 1982). Menurut Leng *et al.* (1994) *duckweed* dapat tumbuh dengan baik

pada temperatur 6-33⁰C dengan pH 5-9, dan akan lebih baik pada pH 6,5 – 7,5.

2.2. Kotoran Ternak

Limbah peternakan adalah sisa buangan dari suatu kegiatan usaha peternakan seperti usaha pemeliharaan ternak, rumah potong hewan, dan pengolahan produk ternak. Sisa buangan tersebut meliputi limbah padat dan limbah cair seperti feses, urine, sisa makanan, embrio, kulit telur, lemak, darah, bulu, kuku, tulang, tanduk, dan isi rumen. Semakin berkembang usaha peternakan, kotoran yang dihasilkan semakin meningkat (Sihombing, 2000). Menurut Soehadji (1992), limbah peternakan meliputi semua kotoran yang dihasilkan dari suatu kegiatan usaha peternakan baik berupa limbah padat dan cairan, gas, maupun sisa pakan. Limbah padat merupakan semua limbah yang berbentuk padatan atau dalam fase padat (kotoran ternak, ternak yang mati, atau isi perut dari pematangan ternak).

Kotoran ternak masih mengandung nutrisi atau zat padat yang potensial untuk mendorong kehidupan jasad renik yang dapat menimbulkan pencemaran. Kotoran ternak kaya akan nutrisi (zat makanan) yaitu protein, lemak, bahan ekstrak tanpa nitrogen (BETN), vitamin, mineral, mikroorganisme atau biota, dan zat-zat yang lain yang tidak teridentifikasi. Kotoran ternak dapat dimanfaatkan untuk bahan makanan ternak, pupuk organik dan energi (Sihombing, 2000). Kelebihan kotoran ternak adalah sebagai sumber hara nitrogen, fosfor, dan kalium yang penting bagi pertumbuhan tanaman, menaikkan daya serap air dan banyak mengandung mikroorganisme (Sarief, 1989).

Buckman dan Brady (1982) menyatakan bahwa kotoran ternak rata-rata mengandung 0,5% N, 0,25% P₂O₅ dan 0,5% K₂O, sehingga dalam 1 ton kotoran ternak mengandung 5 kg N; 2,5kg P₂O₅; 5kg K₂O. Penggunaan kotoran ternak sebagai pupuk organik berperan dalam mencegah terjadinya pencemaran lingkungan, dan secara bersamaan juga meningkatkan produksi tanaman. Kotoran itik merupakan salah satu limbah ternak yang dapat digunakan sebagai sumber pupuk organik, sebab memiliki kandungan hara N dan P yang tinggi. Rerata kandungan kotoran dari berbagai ternak dapat dilihat di Tabel 2.

Tabel 2. Rerata Komposisi Kotoran Ternak

Ternak	Komposisi Kotoran Ternak (%)			
	Air	Senyawa Organik	N	P ₂ O ₅
Sapi Perah	80	16	0,3	0,2
Kuda	73	22	0,5	0,25
Kerbau	81	12,7	0,25	0,18
Domba / Kambing	64	31	0,7	0,4
Babi	78	17	0,5	0,4
Ayam	57	29	1,5	1,3
Itik	-	-	1	1,4
Kelinci	-	-	1,1	1,2

Sumber : Sutanto, 2002.

2.3. Nitrogen

Nitrogen adalah unsur kimia yang paling banyak berada di udara. Unsur nitrogen diperlukan dalam jumlah yang besar untuk sintesis asam amino dan protein, nukleotida purin dan pirimidin, dan vitamin tertentu. Nitrogen berfungsi untuk memperbaiki pertumbuhan vegetatif tanaman sehingga tanaman yang tumbuh dengan kondisi tanah cukup dengan N akan berwarna lebih hijau dan

nitrogen juga sebagai pembentukan protein. Nitrogen paling banyak diserap oleh tanaman dalam bentuk nitrat. Nitrat lebih mudah larut dalam air sehingga lebih mudah diserap oleh tanaman (Dwidjoseputro, 1992).

Nitrogen yang diberikan pada tanah dalam bentuk pupuk sebelum diserap oleh tanaman, akan diubah terlebih dahulu dengan melalui beberapa proses yaitu proses aminisasi yaitu suatu perombakan bahan organik yang mengandung nitrogen menjadi amina, proses amonifikasi yaitu suatu peristiwa perubahan amina menjadi senyawa amonium, dan proses nitrifikasi yaitu suatu perubahan senyawa amonium menjadi nitrat (NO_3^-) dengan bantuan bakteri (Sutedjo, 2002).

Nitrogen di perairan terdapat dalam bentuk gas N_2 , NO_2^- , NO_3^- , NH_3 dan NH_4^+ serta sejumlah N yang berikatan dalam organik kompleks (Haryadi, 2003). Keberadaan nitrogen dalam perairan dapat berupa nitrogen anorganik dan organik. Nitrogen anorganik terdiri atas ion nitrit (NO_2^-), ion nitrat (NO_3^-), amonia (NH_3), ion amonium (NH_4^+) dan molekul N_2 yang larut dalam air, sedangkan nitrogen organik dapat berupa protein, asam amino, dan urea yang mengendap dalam air (Chester, 1990). Serapan nitrogen adalah banyaknya nitrogen yang diserap tanaman dengan mengalikan kadar N total dengan produksi BK (Sanchez, 1992).

2.4. Fosfor

Fosfor merupakan unsur yang diperlukan dalam jumlah besar (hara makro). Jumlah fosfor dalam tanaman lebih kecil dibandingkan dengan nitrogen dan kalium, namun fosfor merupakan kunci kehidupan tanaman. Fungsi fosfor adalah mempercepat pertumbuhan tanaman muda menjadi dewasa, mempercepat

pembungaan, dan pemasakan biji. Kekurangan fosfor pada tanaman dapat menyebabkan gangguan fisiologis dalam tanaman seperti respirasi sehingga berpengaruh dalam pertumbuhan tanaman (Salisbury dan Ross, 1995). Gejala defisiensi fosfor dapat diketahui dari terhambatnya pertumbuhan bagian atas tanaman sehingga tanaman menjadi kerdil.

Akar tanaman menyerap fosfor dalam bentuk ion ortofosfat primer dan sebagian kecil bentuk ortofosfat sekunder. Pengaruh asam yang berada didalam tanah menyebabkan terbentuknya kalsium fosfat asam primer $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ yang mudah larut. Fosfat dalam tanah dengan pH tanah diatas 7,2 diserap dalam bentuk ion HPO_4^{2-} (Rinsema, 1983). Tanaman menyerap sebagian besar unsur hara P dalam bentuk ion ortofosfat primer (H_2PO_4^-). Sejumlah kecil diserap dalam bentuk ion ortofosfat sekunder (HPO_4^{2-}). pH tanah sangat besar pengaruhnya terhadap perbandingan serapan ion-ion tersebut, yaitu makin masam H_2PO_4^- makin besar sehingga makin banyak yang diserap tanaman dibandingkan dengan HPO_4^{2-} . (Young, *et al.*, 1997).

Fosfor dalam perairan tawar atau air limbah pada umumnya dalam bentuk fosfat, yaitu ortofosfat, fosfat terkondensasi seperti pirofosfat ($\text{P}_2\text{O}_7^{4-}$), metafosfat ($\text{P}_3\text{O}_9^{3-}$) dan polifosfat ($\text{P}_4\text{O}_{13}^{6-}$ dan $\text{P}_3\text{O}_{10}^{5-}$) serta fosfat yang terikat secara organik (adenosin monofosfat). Senyawa tersebut berada sebagai larutan, partikel atau berada di dalam tubuh organisme akuatik (Faust dan Osman, 1981; APHA AWWA, 1995).

Ortofosfat merupakan bentuk fosfat yang dapat dimanfaatkan secara langsung oleh tumbuhan akuatik, sedangkan polifosfat harus mengalami hidrolisis

untuk membentuk ortofosfat terlebih dahulu sebelum dapat dimanfaatkan sebagai sumber fosfor. Kemungkinan fosfor masih dapat diserap dalam bentuk lain, yaitu pirofosfat dan metafosfat, selain itu dapat pula diserap dalam bentuk senyawa fosfat organik yang larut dalam air misalnya asam nukleat dan phitin (Rosmarkam dan Yuwono, 2002). Serapan fosfor adalah banyaknya fosfor yang diserap tanaman dengan mengalikan kadar P total dengan produksi BK (Sanchez, 1992).

2.5. Faktor - faktor yang Mempengaruhi Serapan Unsur Hara

Menurut Dwidjoseputro (1992), transportasi unsur hara dari larutan tanah ke permukaan akar dengan 3 cara yaitu aliran massa, difusi serta intersepsi akar. Aliran massa adalah pergerakan masa ion didalam larutan tanah akibat transpirasi. Difusi adalah transformasi ion atau molekul yang terjadi karena adanya perbedaan konsentrasi larutan. Intersepsi akar adalah tumbuhnya akar-akar tanaman secara memanjang menuju tempat-tempat yang lebih jauh didalam tanah sehingga menemukan unsur-unsur hara dalam larutan tanah di tempat-tempat tersebut (Hardjowigeno, 1995). Faktor-faktor yang mempengaruhi serapan nitrogen adalah respirasi, pemadatan tanah, konsentrasi unsur hara, kerapatan dan penyebaran akar, pH tanah dan daya serap tanaman (Purbajanti *et al.*, 1992). Kadar nitrogen dalam tubuh tanaman juga dipengaruhi oleh banyaknya kandungan unsur hara yang tersedia dalam tanah dan daya serap akar tanaman (Hardjowigeno, 1995). Faktor-faktor yang mempengaruhi serapan fosfor adalah komposisi tanah, pH tanah, kandungan liat, kandungan bahan organik, kelengasan tanah, temperatur

tanah, dan sirkulasi udara tanah (Poerwowidodo, 1993).

2.6. Pengaruh Penyuburan Perairan

Air merupakan kebutuhan yang paling penting bagi semua organisme yang ada di dunia untuk hidup. Seiring dengan perkembangan zaman dan meningkatnya jumlah penduduk di dunia ditambah dengan pengaruh perubahan iklim, telah banyak menyebabkan pencemaran di lingkungan perairan. Pencemaran yang berupa penyuburan organisme tertentu disebut eutrofikasi yang banyak di jumpai khususnya di perairan darat. Eutrofikasi adalah proses pengayaan nutrien dan bahan organik dalam jasad air. Eutrofikasi disebabkan masuknya unsur hara berlebih terutama pada buangan pertanian dan buangan limbah rumah tangga. (Vuillemin, 2001).

Menurut Morse *et al.* (1993) sebanyak 10% sumber fosfor penyebab eutrofikasi berasal dari proses alamiah di lingkungan air itu sendiri (*background source*), 7 % dari industri, 11 % dari detergen, 17 % dari pupuk pertanian, 23 % dari limbah manusia, dan yang terbesar, 32 %, dari limbah peternakan. Limbah kotoran dan sisa pakan ternak yang mengandung unsur hara fosfor dan nitrogen akan merangsang pertumbuhan fitoplankton atau alga dan meningkatkan produktivitas perairan. Sebaliknya, dalam keadaan berlebihan akan memicu timbulnya *blooming algae* yang justru merugikan kehidupan organisme yang ada dalam badan air, termasuk ikan yang dibudidayakan di perairan danau.

Selain fosfor, senyawa lain yang harus diperhatikan adalah nitrogen. Distribusi penggunaan pupuk nitrogen di sektor pertanian terus meningkat dari

tahun ke tahun. Komponen nitrogen sangat mudah larut dan mudah berpindah di dalam tanah, sedangkan tanaman kurang mampu menyerap semua pupuk nitrogen. Dalam tanah, pupuk N akan dengan cepat melepas amonium dan nitrat. Nitrat masuk kedalam air permukaan melalui aliran air dibawah permukaan atau drainase dan masuk kedalam air tanah melalui penapisan lapisan tanah sebelah bawah.

Jenis alga terutama ganggang hijau, sangat subur bila mendapatkan pupuk nitrat. Tumbuhan ini dapat menutupi permukaan perairan, sehingga menghambat sinar matahari yang masuk ke dalam perairan. Hal ini dapat menyebabkan organisme atau tumbuhan air akan mati. Bakteri pembusuk akan menguraikan organisme yang mati, baik tanaman maupun hewan yang terdapat di dasar air. Proses pembusukan tersebut banyak menggunakan oksigen terlarut dalam air, sehingga terjadi hypoksia atau kadar oksigen akan menurun secara drastis dan pada akhirnya kehidupan biologis di perairan danau juga akan berkurang. Salah satu tanaman yang dapat menyerap nitrat dan mengasimilasikannya menjadi sumber protein yang dapat dimanfaatkan ternak adalah *duckweed* (Oron *et al.*, 1985).

Beberapa hasil penelitian melaporkan bahwa *duckweed* merupakan tanaman yang sangat efisien dalam hal mengubah atau membersihkan unsur hara dan polutan yang lain dari air limbah menjadi jaringan dengan kandungan protein yang tinggi dan dapat dimakan (Mbagwu dan Adeniji, 1988). *Duckweed* dengan tingkat pertumbuhan yang tinggi mampu menghasilkan produksi bahan kering dalam jumlah banyak dengan waktu yang relatif singkat, khususnya

apabila tumbuh pada tempat yang kaya unsur hara seperti tempat pembuangan limbah ternak. *Duckweed* mempunyai kemampuan untuk membersihkan polusi air dan menyerap nitrogen, fosfor, dan substansi organik seperti sukrosa dan asam amino dalam jumlah besar (Andersen *et al.*, 1985).

Penelitian yang dilakukan oleh Nugrahapraja (2008) membandingkan produksi biomassa tanaman air *Azolla pinnata* R.Br. (mata lele) pada dua perlakuan yang berbeda (penambahan kotoran kambing dan sapi) dengan tiga dosis berbeda yaitu, 0, 2,5 dan 5 g/l. Hasil penelitian menunjukkan bahwa media air dengan penambahan kotoran kambing sebanyak 5 g/l menghasilkan produksi biomassa tanaman *Azolla pinnata* lebih tinggi.