



**PENGARUH SALINITAS TERHADAP PENYERAPAN
AMONIAK DAN NITRAT OLEH ECENG GONDOK**

(*Eichhornia crassipes* (Mart) Solms)

OLEH
HERMAWATI
90 03 094

PERPUSTAKAAN PUSAT UNIV. HASANUDDIN	
Tgl. terima	2 - 9 - 97
Asal dari	FAK. MIPA.
Banyaknya	1 EKSP.
Harga	HADIAH
No. Inventaris	971209063.
No. Klas	car. up 97 Her. P.



FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
UJUNG PANDANG

1997



**PENGARUH SALINITAS TERHADAP PENYERAPAN
AMONIAK DAN NITRAT OLEH ECENG GONDOK**

(*Eichhornia crassipes* (Mart) Solms)

OLEH
HERMAWATI
90 03 094

PERPUSTAKAAN PUSAT UNIV. HASANUDDIN	
Tgl. terima	2 - 9 - 97
Asal dari	FAK. MIPA
Banyaknya	1 EXM
Harga	HADIAH
No. Inventaris	971209063.
No. Klas	car. up. 97 Her P



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
UJUNG PANDANG**

1997

**PENGARUH SALINITAS TERHADAP PENYERAPAN
AMONIAK DAN NITRAT OLEH ECENG GONDOK
(*Eichhornia crassipes* (Mart) Solms)**



OLEH :
HERMAWATI
90 03 094

Skripsi untuk melengkapi tugas dan
memenuhi syarat untuk memperoleh
gelar sarjana

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
UJUNG PANDANG
1997**

**PENGARUH SALINITAS TERHADAP PENYERAPAN
AMONIAK DAN NITRAT OLEH ECENG GONDOK
(*Eichhornia crassipes* (Mart) Solms)**



Disetujui Oleh :

Pembimbing Utama

Drs. M. Sjahrul, M.Agr
NIP. 130 355 934

Pembimbing Pertama

Dra. H. Nursiah La Nafie, MSc
NIP. 131 755 159

Tanggal Lulus, Juli 1997

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah rabbul alamin, segala puji bagi ALLah SWT dan rasa syukur yang setinggi-tingginya karena petunjuknya, penulis dapat menyelesaikan skripsi ini sebagai tugas akhir untuk menyelesaikan studi di Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin.

Selesainya rangkaian penelitian dan skripsi ini adalah berkat bantuan, pengarahan dan bimbingan Bapak Drs. M. Sjahrul, M.Agr sebagai pembimbing utama dan Ibu Dra. Nursiah La Nafie, Msc sebagai pembimbing pertama. Kepada mereka penulis menyampaikan terima kasih yang setinggi-tingginya.

Demikian pula penulis tak lupa menyampaikan terima kasih yang setinggi-tingginya kepada :

1. Ketua Jurusan Kimia, Bapak Drs. Rudi Arifin atas bantuan yang diberikan kepada penulis sejak awal hingga akhir penelitian.
2. Bapak-bapak tim penguji sidang sarjana Jurusan Kimia FMIPA UNHAS yang terdiri dari Bapak Prof. T. Harlim (Ketua), Ibu Dra. Seniwati Dali (Sekretaris), Bapak Dr. Ir. Prastawa Budi, Bapak Drs. M. Sjahrul, M.Agr, dan Ibu Dra. H. Nursiah La Nafie, Msc.
3. Bapak-bapak staf dosen dan pegawai Kimia FMIPA UNHAS atas bantuan dan dorongan yang telah diberikan kepada penulis.

4. Teman-teman angkatan 90 Jurusan Kimia FMIPA UNHAS yaitu :Mini, Fiah Rahma, Irda, Ratna, Fitri, Ruhul, Endeng yang tak bosan-bosan memberi dorongan dan bantuan.
5. Tak lupa kepada Nila, Santi dan Kak Eda yang selalu memberikan pengarahannya.
6. Terkhusus kepada Papa tersayang Harun Daud dan Mama tersayang Rayana Tjori serta semua saudara-saudaraku yang tersayang Harniana, Hamzah, Hardiansyah, Hasriyani dan keponakan tercinta Ugga, Gilang, Winda dan Tami yang selalu memberikan kasih sayangnya, bantuan dan dorongannya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini. Semoga Allah SWT Melimpahkan Rahmat kepada mereka, Amin.

Akhirnya penulis menyampaikan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada semua pihak, semoga Allah SWT memberikan balasan yang sebak-baiknya.

Ujung Pandang, Juli 1997

Penulis

ABSTRAK

Eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) yang kelimpahannya cukup besar dan kemampuannya dalam menyerap nitrogen, dimanfaatkan dalam mengatasi kelebihan amoniak dan nitrat dalam air payau. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui daya serap eceng gondok terhadap amoniak dan nitrat. Eceng gondok di tanam dalam larutan media yang masing-masing ditambahkan NH_3 0,300 ppm dan NO_3^- 230 ppm. Penanaman dilakukan dengan variasi waktu tanam 1, 2, 4, 6 dan 8 hari serta variasi salinitas 15 ‰, 17 ‰ dan 20 ‰. Setelah penanaman, masing-masing larutan media dianalisis kadar amoniak dan nitrat yang tersisa secara Spektrofotometri Ultra Lembayung-Sinar Tampak. Hasil analisis menunjukkan bahwa penyerapan amoniak meningkat dengan bertambah waktu seiring menurunnya salinitas, serta nitrat meningkat dengan bertambahnya waktu seiring dengan kenaikan salinitas. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa salinitas dan waktu tanam berpengaruh sangat nyata terhadap penyerapan amoniak dan nitrat oleh eceng gondok.

ABSTRACT



The abundances of waterhyacinth and its absorptivity to nitrogen can be used to reduce the ammonia and nitrate in brackish water. The research was conducted to know the absorptivity of waterhyacinth to ammonia and nitrate. The waterhyacinth was planted in medium which contained 0,300 ppm of NH_3 , and 230 ppm of Nitrate. Duration of planting was varied 1, 2, 4, 6 and 8 days, and the variation of salinity was adjusted 15 ‰, 17 ‰ and 20 ‰. The remain of NH_3 and NO_3^- in medium was analyzed by UV-Vis spectrophotometry. The results showed that absorptivity to ammonia and nitrate increase by the duration of planting. Ammonia absorptivity increased by the decreasing salinity, on the other hand nitrate absorptivity increased by the increasing salinity. Statistical evaluation indicated that salinity and duration of planting influenced to the absorptivity of waterhyacinth to ammonia and nitrate.

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN	xii
BAB I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Maksud, Tujuan dan Manfaat	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	4
A. Salinitas	4
B. Eceng Gondok	6
Pengambilan Nitrogen	9
C. Amoniak dan Nitrat	11
1. Siklus Nitrogen	11
2. Nitrogen Sebagai Nutrisi	12
3. Ekskresi Nitrogen	14
D. Analisis Nitrat	15

E. Analisis Amoniak	17
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN	18
A. Lokasi Pengambilan Sampel	18
B. Pengambilan Sampel (Sampling)	18
C. Prosedur Perlakuan	18
D. Pembuatan Kurva Baku	19
E. Penarikan Kesimpulan	19
BAB IV. ALAT, BAHAN DAN PROSEDUR KERJA	20
A. Alat	20
B. Bahan	20
C. Prosedur Kerja	21
BAB V. HASIL DAN PEMBAHASAN	30
A. Amoniak	30
B. Nitrat	34
BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN	39
A. Kesimpulan	39
B. Saran	39
DAFTAR PUSTAKA	40
LAMPIRAN	42

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1. Gambar Eceng Gondok	8
2. Diagram Siklus Nitrogen	12
3. Perubahan Asam α -ketoglutarat ke Bentuk Asam Glutarat	14
4. Grafik Hubungan Amoniak Dengan Salinitas	31
5. Grafik Hubungan Nitrat Dengan Salinitas	36
6. Kurva Standar amoniak	44
7. Kurva Standar nitrat	47
8. Grafik Konsentrasi Amoniak dengan Waktu	49
9. Grafik Konsentrasi Nitrat dengan Waktu	49

DAFTAR TABEL

	Halaman
1. Konsentrasi Ion-ion Utama (mg/L) dalam air laut, air payau dan air tawar	5
2. Pembuatan Standar Amoniak	27
3. Pembuatan Standar Nitrat.....	28
4. Hasil Analisis Kadar amoniak (ppm) Dalam Media Tanam Setelah Penanaman Eceng gondok dengan Kadar Awal 0,300 ppm	31
5. Hasil Analisis Kadar Nitrat (ppm) Dalam Media Tanam Setelah Penanaman Eceng gondok dengan Kadar Awal 230 ppm	35
6. Tabel Kofisien Korelasi r	53
7. Tabel Nilai F dengan Taraf Signifikan 5% (Deretan Atas) dan 1% (Deretan Bawah)	54

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1. Perhitungan Regresi Amoniak	43
2. Tabel Hasil Pengukuran Absorban Untuk Amoniak	45
3. Perhitungan Regresi Nitrat	46
4. Tabel Hasil Pengukuran Absorban Untuk Nitrat	48
5. Grafik Hubungan Konsentrasi Amoniak Dengan Waktu	49
6. Grafik Hubungan Konsentrasi Nitrat Dengan Waktu	49
7. Perhitungan Analisis Variansi Terhadap Amoniak dan Nitrat	50
8. Contoh Perhitungan Analisis Variansi	51
9. Tabel Kofisien Kerelasi r	53
10. Tabel Nilai F Dengan Taraf Signifikan 5% (Deretan Atas) dan 1% (Deretan bawah)	54

DAFTAR SIMBOL



Simbol	Arti
ppm	bagian persepjuta
‰	promil (seperseribu)
EDTA	Etilen Diamin Tetra Asetat
mL	milli liter
mg	milli gram
$\%$	persen
\AA	Amstrong
nm	nanometer
λ_{maks}	panjang gelombang

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Air merupakan kebutuhan yang sangat penting dan mutlak dalam kehidupan makhluk hidup, untuk kelangsungan hidupnya. Dalam bidang perikanan air memegang peranan penting untuk pemeliharaan ikan. Suplai air yang cukup belum dapat menjamin keberhasilan produksi tambak, namun kualitas air juga perlu diperhatikan yaitu aspek fisik dan aspek kimia. Aspek kimia yang perlu diperhatikan antara lain amoniak dan nitrat.

Amoniak dan nitrat sebagai sumber nitrogen dalam batas tertentu berperan dalam metabolisme dan menyusun jaringan tumbuhan.^(3,16) Bila jumlahnya melebihi batas yang disarankan maka menjadi racun bagi ikan dan udang dalam tambak. Amoniak dalam bentuk molekul dapat menembus membran sel, utamanya di lempeng atau daun insang yang mengakibatkan pembengkakan sehingga fungsinya sebagai alat pernapasan terganggu. Akibatnya dalam keadaan kronis udang tidak lagi hidup normal.

Nitrat juga beracun terhadap ikan dan udang karena dapat mengoksidasi Fe^{2+} dalam haemoglobin, sehingga kemampuan darah mengikat oksigen berkurang. Kadang-kadang amoniak dan nitrat dapat menyebabkan plankton bloom.

Peningkatan kadar amoniak berasal dari penimbunan kotoran padat ikan dan udang, sisa pakan yang tidak termakan serta masukan air yang telah tercemar

amoniak. Dan nitrat terbentuk dari proses nitrifikasi oleh nitrobacter.^(9,16) Upaya pengurangan kadar amoniak dan nitrat biasanya dilakukan dengan membersihkan kotoran dan mengurangi pemberian pakan yang berlebihan, namun sulit untuk menaksir jumlah pakan yang diberikan dan belum sepenuhnya mengatasi kelebihan amoniak dan nitrat. Utamanya bila sumber air tidak mendukung.

Dewasa ini, telah berkembang penanggulangan pencemaran dengan menggunakan tanaman air karena lebih banyak memakai proses yang bersifat alami dan operasionalnya sederhana.^(4,10) Jenis tanaman yang biasa digunakan untuk kolam air limbah adalah eceng gondok (*Eichhornia crassipes*), yang banyak tumbuh di perairan dan menutupi permukaan air. Eceng gondok semula hanya dianggap sebagai tanaman pengganggu, ternyata mempunyai kemampuan yang sangat besar menyerap logam - logam, unsur-unsur hara dan senyawa kimia lainnya. Pertumbuhannya yang sangat cepat memiliki kemampuan menyerap unsur hara seperti nitrogen, fosfor dan kalium. Dan telah dilakukan penelitian bahwa tiap batang eceng gondok menyerap N dan P antara 50 - 250 ppm.⁽⁵⁾

Dari uji daya serap eceng gondok terhadap unsur N, P, dan bahan organik diperoleh penurunan konsentrasi N dalam kolam yang ditumbuhi eceng gondok. Kemampuan eceng gondok menyerap nitrogen menjadi alasan dilakukan penelitian ini. Penanaman eceng gondok dilakukan pada kondisi air payau yang kondisinya berbeda dengan air tawar. Walaupun Eceng gondok bukan merupakan tanaman air payau, namun dari beberapa tempat eceng gondok digunakan untuk mengurangi

tingkat salinitas air tempat tumbuhnya. Air payau memiliki kadar garam (salinitas) yang lebih tinggi dari air tawar dan lebih rendah dari air laut, yaitu antara 10-25 ‰ tergantung letak tambak dari sumber air dan musim. Udang dan ikan tumbuh baik pada salinitas 15 - 25 ‰. Dari keadaan ini ingin diketahui adakah pengaruh salinitas terhadap penyerapan amoniak dan nitrat dengan menggunakan tanaman eceng gondok.

Parameter lain yang penting digunakan untuk mengetahui kemampuan eceng gondok menyerap amoniak dan nitrat adalah pengaruh lama penanaman eceng gondok. Penelitian ini menggunakan air tawar sebagai pembandingan karena selama ini penanaman eceng gondok dilakukan di air tawar.

B. Maksud, Tujuan dan Manfaat Penelitian

1. Maksud penelitian:

Mengetahui daya serap eceng gondok terhadap amoniak dan nitrat dalam media tanam setelah penanaman eceng gondok.

2. Tujuan penelitian:

Menentukan kadar amoniak dan nitrat setelah penanaman eceng gondok dalam media tanam dengan variasi salinitas dan waktu tanam.

3. Manfaat penelitian:

Memberikan informasi tentang penggunaan eceng gondok untuk mengatasi kelebihan amoniak dan nitrat dalam air payau sebagai sumber air tambak.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Salinitas^(5,11,14,19)

Salinitas didefinisikan sebagai konsentrasi total garam-garam terlarut dalam air. Istilah lain yang erat hubungannya dengan salinitas adalah kloronitas, yakni jumlah semua garam klorida, bromida dan iodida diukur sebagai klorida. Salinitas dinyatakan dalam milligram per liter (mg/L), tetapi dalam usaha budidaya perairan, salinitas lebih sesuai bila dinyatakan dengan *part per thousand* (ppt atau ‰).

Tabel 1. Konsentrasi garam-garam utama (mg/L) dalam air laut, air payau, dan air tawar yang terukur dalam bentuk ionnya.

Ion	Air laut	Air payau	Air tawar
Klorida	19,000	12,090	0,006
Natrium	10,000	7,740	0,008
sulfat	2,700	0,995	0,016
Magnesium	1,350	0,125	0,011
Kalsium	0,400	0,308	0,042
Kalium	0,380	0,075	0,002
Bikarbonat	0,142	0,056	0,174
lain-lain	0,086	0,035	0,004
Total	34,558	21,529	0,263

Sumber : Claude E. Boyd, 1991.

Tujuh ion (natrium, kalium, kalsium, magnesium, klorida, sulfat dan bikarbonat) memberikan kontribusi terbesar terhadap salinitas air. Hal ini tercantum dalam tabel 1. Bahan-bahan terlarut lainnya biasanya hanya memiliki kontribusi yang kecil, namun tetap memiliki peranan biologis yang penting. Air biasanya mengandung dalam jumlah runtu unsur-unsur seperti fosfor, besi, mangan, seng, tembaga, boron, dan nitrogen anorganik, serta beberapa unsur lainnya. Jumlah yang kecil ini sangat penting bagi pertumbuhan fitoplankton.

Salinitas merupakan parameter yang pokok bagi perikanan tambak karena merupakan suatu habitat untuk pertumbuhan ikan dan udang. Bila salinitas berubah, maka udang tidak dapat tumbuh. Parameter yang lain seperti DO dan pH merupakan hasil samping dari suatu kegiatan, jika berlebih atau kurang dari standar yang ditetapkan dapat juga berpengaruh dalam pertumbuhan udang dan ikan. Ikan dan udang mempunyai kisaran toleransi salinitas yang berbeda antara spesies yang satu dengan yang lain dan antara kelompok umur dalam spesies yang sama. Meskipun tiap spesies memiliki toleransi yang berbeda terhadap salinitas, namun salinitas yang baik pada tambak umumnya 15 - 25 ‰. Salinitas membedakan jenis air tawar dan air laut. Salinitas rata-rata air laut kurang lebih 35 per mil. Sedangkan salinitas air tawar antara 0 - 1 per mil.

Klasifikasi air berdasarkan salinitasnya adalah sebagai berikut ^(5,11) :

- air tawar : $< 0,5 \text{ ‰}$
- oligohalin : $0,5 - 3,0 \text{ ‰}$

- mesohalin : 3,0 - 16,5 ‰
- polihalin : 16,5 - 30,0 ‰
- marina : 30,0 - 40,0 ‰
- hipersalin : > 40,0 ‰

Salinitas dapat diukur dengan metode titrasi maupun dengan salinometer atau refraktometer. Metode yang baik digunakan untuk menentukan salinitas adalah dengan titrasi. Akan tetapi metode titrasi ini tidak praktis untuk dipakai di lapangan. Cara yang biasa dipakai untuk menghitung jumlah kadar klor dengan rumus :

$$\text{salinitas} = \text{klorinitas} \times 1,817$$

Umumnya salinometer banyak dipakai di lapangan, namun kurang teliti. Alat lain yang penggunaannya praktis dan memiliki ketelitian yang tinggi adalah refraktometer. Cara pengukurannya dilakukan dengan meneteskan satu tetes air contoh pada bagian prisma, kemudian nilai salinitas dibaca pada "eyepiece".

Sebagian besar tambak di Indonesia adalah tambak air payau. Air payau merupakan hasil pencampuran antara air asin dan air tawar. Pengambilannya berasal dari pantai atau muara-muara sungai yang masuk ke dalam tambak pada saat air laut pasang atau dengan bantuan pompa air.

B. Eceng Gondok^(3,4,8,10,13)

Eceng gondok dalam bahasa latin disebut *Eichhornia crassipes* adalah termasuk tumbuhan tropis/sub tropis, yang pada umumnya tumbuh di air yang tenang seperti di danau, kolam dan sungai. Tumbuhan tersebut merupakan gulma

yang sulit diberantas hingga tuntas. Berasal dari Brazil dan masuk ke Indonesia sejak tahun 1884 sebagai tanaman hias. Pertumbuhannya yang sangat cepat sehingga dalam waktu singkat sudah tersebar luas di seluruh perairan.⁽⁴⁾

Eceng gondok merupakan tumbuhan air, berakar rimpang dengan akar-akar banyak pada buku-bukunya. Tinggi berkisar antara 30-50 cm dan tangkai daun menyerupai bunga karang, membengkak seperti gondok di bagian pangkal, terutama pada tanaman muda. Bentuk bunga sangat indah seperti corong membuka secara bergantian dan di tengah-tengah mahkota yang terbesar terdapat bercak kuning. Berbunga dengan tidak mengenal musim.

Pertumbuhan eceng gondok dipengaruhi oleh cahaya, suhu, kedalaman air, salinitas, keasaman (pH), kandungan unsur hara dan berbagai faktor yang lain.

Perkembangbiakan ada dua cara yaitu : secara vegetatif dan generatif. Pada eceng gondok yang telah tua akan tumbuh stolon di atas akarnya. Pada stolon tersebut akan tumbuh eceng gondok yang lain (baru). Perkembangbiakan dengan cara ini sangat cepat, yaitu bisa mencapai dua kali lipat dalam waktu antara 10-15 hari. Yang kedua secara generatif, jarang terjadi karena sulit terjadi pembuahan. Kebanyakan sebelum terjadi penyerbukan, bunga masuk ke dalam air sehingga gagallah penyerbukan.

Eceng gondok dapat tumbuh dengan pesat dan segera menutupi sebagian besar atau seluruh permukaan air tempat tumbuhnya. Hal ini disebabkan eceng gondok menyesuaikan diri terhadap lingkungan tempat ia tumbuh serta dapat

memanfaatkan kesuburan air yang tinggi. Pertumbuhannya yang pesat berarti mempunyai daya serap yang besar terhadap unsur hara dari perairan tempat tumbuhnya, dan kemampuan untuk mengikat energi matahari dalam jaringan sel batangnya. ^(7,8)

Komposisi kimia tanaman adalah bergantung pada kandungan unsur hara tempat tumbuhnya, selain bergantung pada daya serap tanaman tersebut. Eceng gondok mempunyai kemampuan yang tinggi untuk menyerap berbagai zat-zat organik, anorganik dan bahan-bahan pencemar.

Pengambilan Nitrogen^(4,6)

Analisis kimia dari seluruh jaringan tanaman eceng gondok atau bagian tanaman yang berbeda yang dilakukan menunjukkan konsentrasi nitrogen yang cukup tinggi dari kebanyakan makronutrien. Tingginya penyerapan nitrogen berhubungan dengan kecepatan pertumbuhan yang tinggi dan suplai nutrien yang banyak dalam air. Pada kondisi nitrogen berlebihan lebih disukai untuk pertumbuhan dari ketersediaan yang lebih besar dari nutrien.

Reddy dan Tucker mengamati bahwa kecepatan pengambilan nitrogen dan fosfor adalah sama dan sejalan dengan kecepatan pertumbuhannya. (1983).

Pengambilan nitrogen dalam bentuk senyawa - senyawanya diserap sebagai nutrien oleh tanaman untuk digunakan dalam proses metabolisme. Proses metabolisme ini menghasilkan senyawa nitrogen organik misalnya protein yang

penting untuk pertumbuhan. Di samping amoniak dan nitrat menghasilkan energi dari perubahan bentuknya.

Selanjutnya Street (dalam Widyanto dan Soerjani, 1974) menyatakan bahwa umur tumbuhan yang digunakan memegang peranan penting pada penyerapan. Hal ini disebabkan karena permukaan atau besar akar tumbuhan mempengaruhi penyerapan unsur-unsur hara tertentu.⁽⁴⁾

Pertumbuhan yang baik dapat mempengaruhi penyerapan senyawa nitrogen

Faktor yang lain yang berpengaruh antara lain

- a. Tersedia dengan cukup unsur-unsur yang dibutuhkan oleh tanaman dalam bentuk yang sesuai untuk diserap oleh tanaman. Molekul diambil oleh tanaman dalam bentuk kation dan anion.
- b. Dapat juga dipengaruhi oleh kedalaman air, eceng gondok akan tumbuh baik pada air yang cukup dalam, karena termasuk tumbuhan yang mengapung, walau kedalaman itu tidak dapat dimanfaatkan.
- c. Ketenangan air, air yang bergelombang akan menghambat pertumbuhan eceng gondok.
- d. Cahaya matahari dan suhu yang cukup.
- e. Salinitas air, dilihat dari pertumbuhannya eceng gondok tumbuh subur di permukaan air tawar dan mati di air laut. Ada tanaman yang dapat tumbuh baik pada salinitas yang tinggi. Tergantung dari struktur luarnya. Eceng gondok sebenarnya adalah tumbuhan air tawar, namun dalam suatu penelitian ternyata

dapat menurunkan kadar salinitas. Berarti dapat tumbuh pada salinitas yang rendah dan di atas salinitas air tawar, namun tidak sebaik bila tumbuh di air tawar.⁽⁴⁾



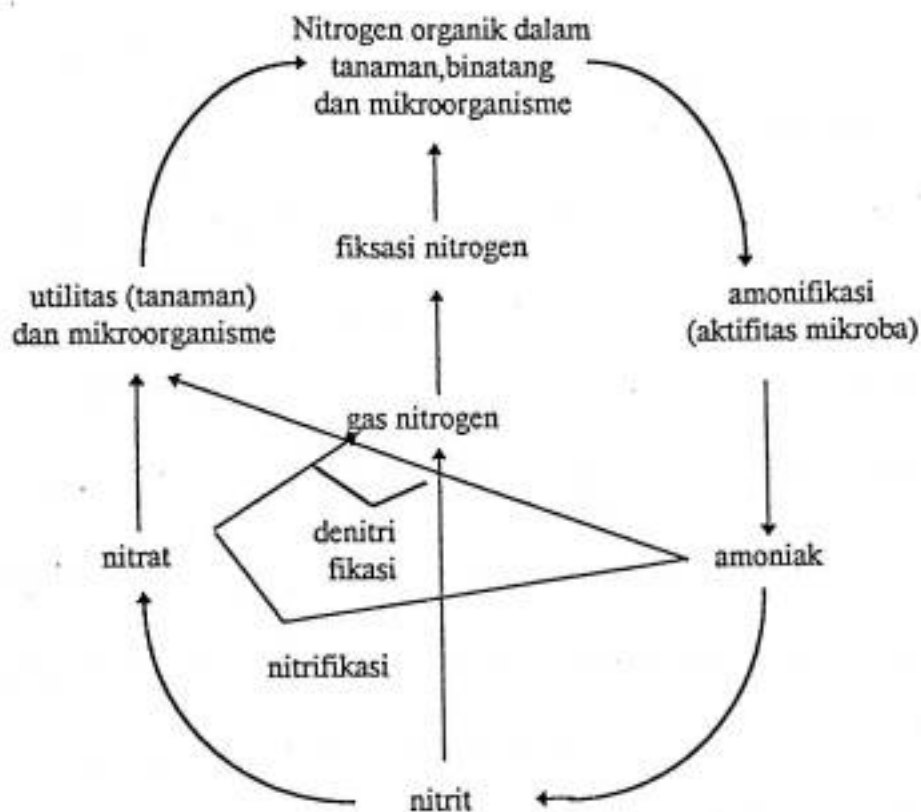
C. Amoniak dan Nitrat

1. Siklus Nitrogen^(4,7,9)

Nitrogen terdapat di alam dalam bentuk senyawa anorganik: N_2 , N_2O , NH_3 , NO_2 dan NO_3^- , dan beberapa senyawa organik seperti asam amino, nukleotida, gula amino dan vitamin. Dalam biosfer, reaksi biologi dan kimia terus menerus terjadi di mana senyawa nitrogen berubah dari bentuk yang satu ke bentuk yang lain. Perubahan - perubahan tersebut sangat penting dalam menjaga kesuburan tanah dan mencegah polusi tanah dan air. Siklus perubahan senyawa nitrogen yang dapat ditunjukkan pada gambar 2.

Makhluk hidup mengubah senyawa nitrogen untuk memenuhi kebutuhannya. Ada tiga alasan mengapa organisme mengurai senyawa nitrogen. Pertama, sebagai sumber nitrogen, yang berarti mengubah senyawa nitrogen menjadi senyawa amoniak. Kedua, sebagai sumber energi, senyawa amoniak dioksidasi menjadi NO_2 dan NO_2 menjadi NO_3^- dan ketiga, beberapa senyawa nitrogen digunakan sebagai terminal akseptor elektron di bawah kondisi di mana oksigen tidak ada atau terbatas persediaannya. Ketika NO_3^- yang terakumulasi dalam media khususnya dalam tanah dimana metabolisme senyawa karbon terjadi dan ketika tanah menjadi anaerob karena pertumbuhan organisme

aerobik, beberapa mikroorganisme menggunakan NO_3^- sebagai akseptor elektron dibutuhkan oleh sel dalam aliran elektron utamanya H^+ (proton) yang ditransfer melalui membran yang digunakan untuk konyugasi dengan sel adenosin trifosfatase (ATPase) untuk mensintesis ATP. Sedangkan NO_3^- direduksi menjadi NO_2 kemudian ke N_2 yang dibebaskan dari atmosfer, sehingga kelebihan Nitrogen dalam tanah dan air dapat berkurang.



Gambar 2. Diagram Siklus Nitrogen⁽⁹⁾

2. Nitrogen sebagai Nutrisi⁽⁹⁾

Organisme menggunakan nitrogen untuk proses metabolisme dalam bentuk senyawa nitrogen organik. Senyawa nitrogen organik disintesis dari nitrogen

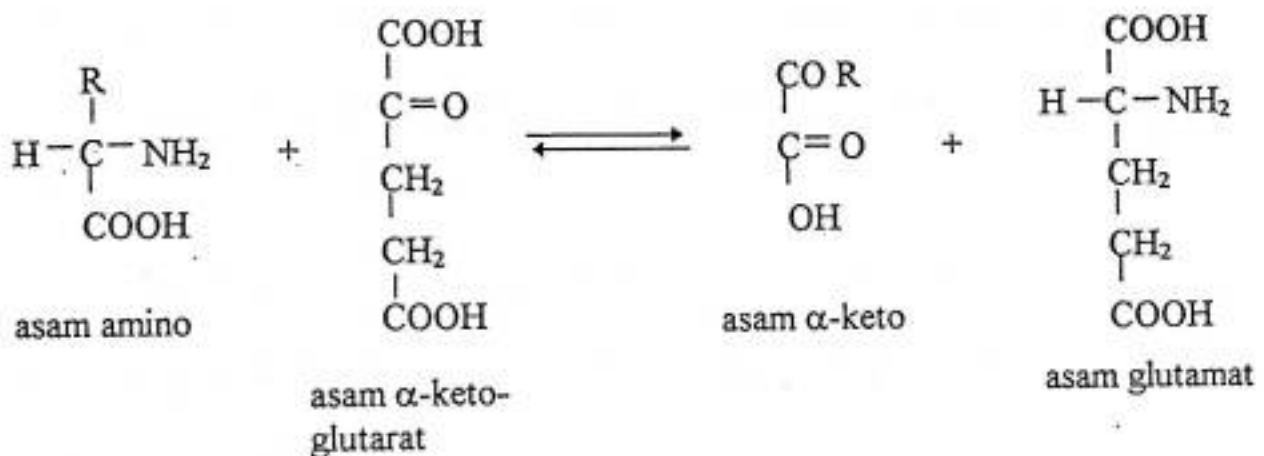
anorganik (berawal dari bentuk amonia) dan senyawa karbon. Ada dua jalan di mana organisme menghasilkan amonia. Pertama, menggunakan bentuk senyawa nitrogen yang mudah mengalami metabolisme menjadi bentuk amoniak. Kedua, berasal tanaman tak hidup, binatang dan residual mikrobial dalam tanah adalah dekomposasi enzimatik oleh sebuah rangkaian hidrolitik dan reaksi lain untuk menghasilkan monomer biosintetik seperti asam amino dan senyawa nitrogen dengan berat molekul rendah.

Beberapa mikroorganisme dapat menggunakan senyawa nitrogen sebagai sumber energi, dalam banyak kejadian, pertama, secara autotrof yaitu nitrogen NO_3^- digunakan dalam metabolisme yang mengalami perubahan bentuk dan diekskresi sebagai NH_3 , dan kemudian reduksi senyawa karbon menghasilkan energi dan intermediat karbon organik. Mikroorganisme (termasuk fungi) relatif kecil mempergunakan perubahan secara aerobik ekskresi NH_3 ke NO_2^- dan NO_2^- ke NO_3^- . Dan yang berhubungan dengan oksidasi untuk produksi ATP dan produksi membran yang potensial dibutuhkan untuk reaksi biosintetik. Kedua, secara kemoautotrof yaitu organisme yang berkembang biak dengan menggunakan senyawa anorganik sebagai sumber energi dan CO_2 sebagai sumber karbon, adalah responsif primer untuk produksi NO_3^- . Seperti Nitrosomonas mengubah NH_3 ke NO_2^- dan bakteri Nitrobacter mengoksidasi NO_2^- ke NO_3^- secara kemoautotrof. Tumbuhan dan organisme siap menggunakan NO_3^- sebagai sumber nitrogen dengan

mereduksi NO_3^- menjadi NH_3 yang disebut asimilasi nitrat dan sebaliknya oksidasi NH_3 menjadi NO_3^- disebut nitrifikasi.

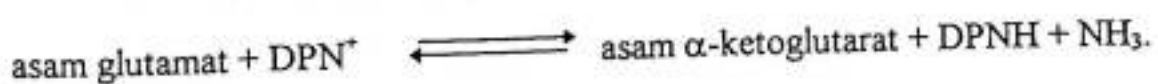
3. Ekskresi Nitrogen ⁽⁹⁾

Binatang lebih banyak membutuhkan nitrogen, kebanyakan sebagai asam amino. Dengan demikian kelebihan kebutuhan nitrogen harus diekskresi dalam beberapa bentuk. Meskipun demikian tetap memakai enzim yang disebut transaminase. Sebenarnya semua metabolik nitrogen dapat ditransfer ke asam α -ketoglutarat ke bentuk asam glutamat.



Gambar 3. Perubahan asam α -ketoglutarat ke bentuk asam glutamat

Di bawah pengaruh glutamat dehidrogenase, asam glutamat mungkin dioksidasi oleh koenzim difosfopiridin nukleotida (DPN) menghasilkan asam α -ketoglutarat dan amoniak.



Dari hasil ini akan mengalami siklus urea yang dikeluarkan oleh binatang ke lingkungan. Binatang aquatik umumnya mengekskresi amoniak dengan difusi melalui insang atau permukaan badan. Binatang lain khususnya amfibi dan mamalia, perubahan pertama amoniak ke urea.

D. Analisis Nitrat^(12,20)

Berbagai cara telah diusahakan untuk menentukan nitrat dalam air payau. Metode berdasarkan atas kerja Mullin dan Riley yang telah terbukti cukup moderat, tetapi periode reduksinya panjang dan kepekaannya kurang. Kemudian metode dari Chow dan Johnson didasarkan atas reduksi dengan menggunakan serbuk seng, ternyata tidak menguntungkan, karena memerlukan pengadukan magnet di dalam "ice bath" diikuti dengan penyaringan. Dengan metode ini memerlukan biaya relatif mahal.

Untuk metode cepat dan rapi digambarkan Armstrong, dapat mengalami kesulitan jika di dalam air terdapat "humic acid" cukup tinggi dan menyebabkan adanya asam sulfat.

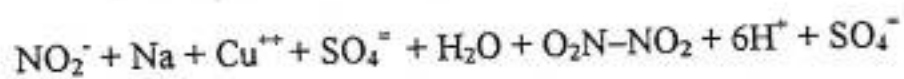
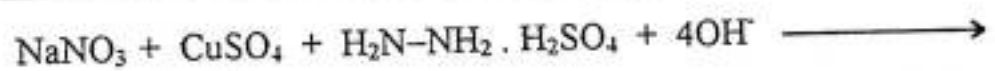
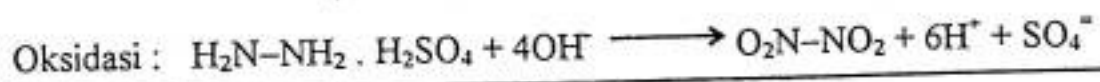
Prosedur Mornis dan Riley dengan menggunakan beberapa modifikasi, disarankan dari Grasshoff menggunakan amonium klorida. Kolom Cadmium-merkuri digantikan dengan kolom cadmium-tembaga yang didasarkan atas kerja Wood, Armstrong dan Richard, walaupun selalu mengalami kesulitan tetapi pemakaian EDTA tetap disarankan dan amonium klorida sebagai aktivator.

Reduksi dari nitrat menjadi nitrit mendekati kesempurnaan, sehingga metode rutin yang digunakan adalah cara spektrofotometri.

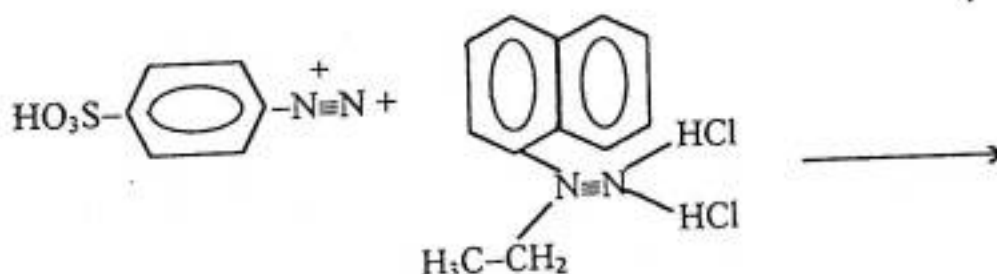
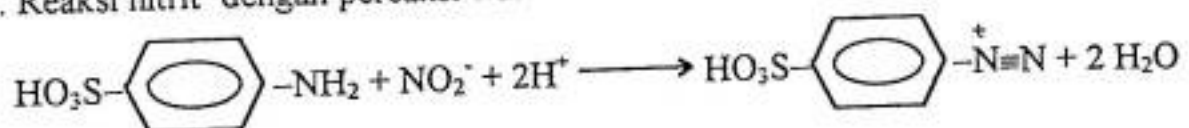
Penentuan nitrat telah dilakukan dalam metode skalar yang didasarkan atas prosedur yang sama seperti yang disarankan oleh Strickland dan Parsin. Sensitivitas yang tinggi dari pengukuran tersebut sangat diperlukan. Jadi contoh yang mengandung nitrat dianalisis dengan penambahan larutan Hidrazin-sulfat dalam suasana basa. Kemudian nitrat direduksi menjadi nitrit yang dipercepat dengan adanya ion tembaga. Dengan adanya pereaksi pewarna membentuk kompleks-diazo yang berwarna merah/merah muda.

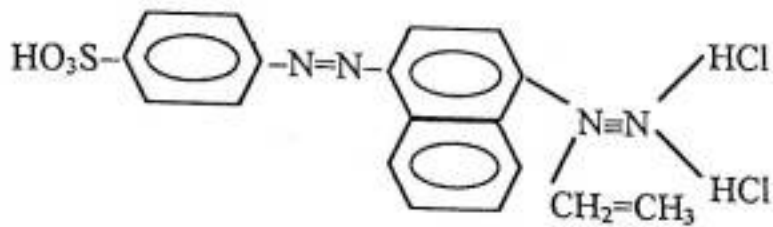
Adapun reaksi yang terjadi adalah :

1. Reaksi reduksi nitrat menjadi nitrit



2. Reaksi nitrit dengan pereaksi warna membentuk kompleks diazo





kompleks diazo

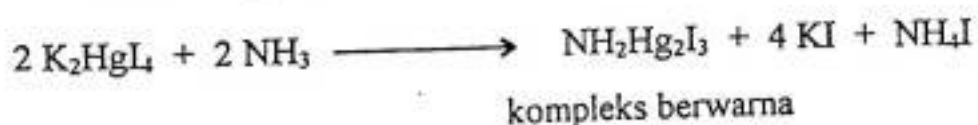
E. Analisis amoniak.^(12,16,20)

Beberapa metode yang dapat dilakukan untuk penentuan amoniak antara lain, dengan metode indofenol biru. Metode ini dapat digunakan untuk semua jenis air alami dan lebih baik dari Nessler. Namun pengerjaannya yang rumit dan relatif mahal.

Cara yang paling sederhana dalam penentuan amoniak adalah cara Nessler. Cara ini umum digunakan terhadap sampel yang diharapkan memiliki kandungan amoniak yang tinggi. Cara yang lebih teliti melibatkan destilasi amoniak dan penggunaan kolorimeter atau spektrometer. Cara-cara ini penting bila jumlah nitrogen amoniak dalam sampel air rendah.

Penentuan amoniak bergantung pada kenyataan bahwa ion amonium (NH_4^+) memberikan warna kuning kecoklatan dengan pereaksi Nessler, dan bahwa intensitas warna berbanding langsung terhadap jumlah amoniak yang ada. Pengerjaan yang cepat karena mudah mengalami pengendapan yang membentuk kompleks berwarna coklat.

Reaksi Yang terjadi adalah :



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Lokasi Pengambilan Eceng Gondok

Lokasi pengambilan eceng gondok yang digunakan pada penelitian ini yaitu di jalan Andi Pangeran Pettarani di depan jalan masuk Rumah Sakit Islam Faisal. Sedangkan air laut diambil dari pelabuhan Paotere dan air tawar dari sungai Tallo.

B. Pengambilan Sampel (Sampling)

Sampel eceng gondok yang digunakan diambil ditempat lokasi pengambilan pada saat 2 hari sebelum ditanam pada larutan media tanam. Eceng gondok yang diambil dengan ketinggian rata-rata 14-16 cm dengan berat 20-30 gram. Sebelum ditanam pada masing-masing pot, sampel dicuci bersih dan diadaptasikan selama 2 hari dengan aquades.

Selain itu juga dilakukan pembuatan larutan media tanam (air payau) dengan mengatur parameter perlakuan yang akan diteliti.

C. Prosedur Perlakuan

1. Pengambilan Contoh

Eceng gondok kemudian ditanam pada media tanam dengan waktu tertentu. Media tanam sebelum ditanami eceng gondok terlebih dahulu dianalisis dengan menambahkan pereaksi yang sesuai dengan analisis untuk amonia dan nitrat.

2. Analisis Secara Spektrofotometer UV-Vis

Contoh dalam bentuk larutan dianalisis dengan alat spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimum.

D. Pembuatan Kurva Baku

Dari hasil analisis baku, dibuat kurva kalibrasi dengan menggunakan persamaan garis regresi. Kurva ini digunakan untuk menentukan kadar contoh dengan cara memplotkan absorban yang diamati pada kurva tersebut. Hasil selanjutnya diolah dengan uji korelasi statistik.

E. Penarikan Kesimpulan

Dari hasil seluruh pengerjaan di atas akan dapat ditarik suatu kesimpulan.

BAB IV

ALAT, BAHAN DAN PROSEDUR KERJA

A. Alat

- Spektrofotometer UV-Vis Shimadzu-240
- Neraca analitik
- Ember plastik ukuran 2-3 liter
- Pipet ukur 5 mL, 10 mL dan 25 mL
- Gelas piala 100 mL, 1000 mL
- Pipet gondok 5 mL, 10 mL
- Karet penghisap
- Botol pereaksi
- Erlenmeyer 100 mL
- Labu semprot
- Labu takar 50 mL, 100 mL, 1000 mL
- Alat destilasi
- Corong
- Label
- Aluminium foil

B. Bahan-bahan yang digunakan

- Aquades
- Aquades bebas amoniak

- H_2SO_4
- $K_2S_2O_8$ (Kalium peoksodisulfat)
- KI
- $HgCl_2$
- NaOH
- $(NH_4)_2SO_4$
- $NaNO_3$
- Natrium kalium tartrat
- Natrium sitrat
- $CuSO_4$
- Hidrazin sulfat
- Asam fosfat 85 %
- Sulfanilamid
- N-(1-Napththyl)-etilen diaminhidroklorida
- Kloroform

C. Prosedur Kerja

1. Penanaman Sampel

a. Penyiapan larutan media

Larutan media dibuat air payau dengan campuran air laut dan air tawar dengan variasi salinitas 15 ‰, 17 ‰ dan 20 ‰. Banyaknya air payau masing-masing 20 liter setiap keadaan salinitas dan sebanyak 20 liter

air tawar digunakan sebagai pembanding. Penambahan amoniak adalah 0,300 ppm dan ion nitrat sebanyak 230 ppm yang diberikan secara terpisah.

b. Penanaman eceng gondok

- Larutan media sebanyak 2 liter yang telah diatur salinitasnya dan larutan media air tawar sebagai pembanding, dimasukkan kedalam ember plastik ukuran 2-3 liter (dibutuhkan 40 pot).

Ke dalam setiap pot ditambahkan NaNO_3 sebagai sumber NO_3^- dan $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ sebagai sumber NH_3 . Dalam larutan media hanya terdapat satu jenis penambahan masing-masing NO_3^- dan NH_3 . Eceng gondok yang telah diadaptasikan selama 2 hari ditimbang (dipilih yang tingginya 4-16 cm dengan berat 20-30 gram).

- Masing-masing pot ditanami satu tanaman eceng gondok.
- Penanaman dilakukan dengan waktu 1, 2, 4, 6 dan 8 hari.

2. Prosedur analisis

2.1 Analisis amoniak

a. Air bebas amoniak

Tidak ada prosedur standar untuk pembuatan air dengan kadar amoniak yang sangat rendah. Air suling yang digunakan setelah destilasi kedua. Pada langkah kedua ini ditambahkan 2 ml asam sulfat pekat dan 1 gram Kalium perokso disulfat per liter. Aquabides ini yang digunakan untuk analisis amoniak.

b. Pereaksi Nessler: masing-masing dilarutkan 3,5 gr KI dan 1,25 gr HgCl_2 dalam air bebas amoniak. Tambahkan kedua larutan tersebut dengan pengadukan teratur kedalam larutan dingin 13 g NaOH. Volume keseluruhan adalah 100 ml.

c. Larutan stok amonia

Dilarutkan 0,1320 gr amonium sulfat dalam air suling bebas amoniak dan encerkan sampai 100 ml. Tambahkan 1 tetes kloroform sebagai pengawet. Sehingga larutan mengandung $10,0 \mu\text{mol NH}_3^- \text{-N}$ per ml.

d. Perlakuan pendahuluan

Semua pekerjaan yang berhubungan dengan analisis harus dikerjakan pada tempat yang bebas asap rokok untuk mencegah gangguan dari amonium. Botol pereaksi harus dibersihkan dengan baik sebelum dapat dilakukan untuk kalibrasi dan analisis. Tidak cukup hanya dengan membilasnya, tapi harus dibersihkan menurut prosedur berikut. Isi setiap botol pereaksi dengan 25 ml air suling (tidak perlu bebas oksigen) dan tambahkan pereaksi Nessler sebanyak 1 ml. Biarkan reaksi berlangsung dan kocok botol. Seluruh amoniak yang terkandung dalam botol (yang terkandung dalam air atau yang menempel pada dinding botol) akan bereaksi. Kemudian bilas tabung reaksi dengan air suling bebas amoniak dan tutup botol dengan baik jika tidak digunakan. Tidak



perlu mencuci botol setiap akan melakukan kalibrasi atau analisis, cukup dibilas dengan air suling bebas amoniak.

e. Pengukuran dengan spektrofotometer UV-Vis

– Pembuatan larutan standar

Dengan menggunakan Tabel 1 sebagai penunjuk, pipet larutan stok amoniak dengan volume 10 ml ke dalam labu takar seratus milliliter dan encerkan sampai tanda batas dengan aquades bebas amoniak, konsentrasinya adalah 100 ppm. Dari larutan 100 ppm dipipet 10 ml dan diencerkan sampai 100 ml. Larutan ini digunakan untuk membuat larutan standar, sedangkan untuk konsentrasi 20 ppm dibuat dari konsentrasi 100 ppm

Tabel 1. Pembuatan Larutan Standar Amonium

Volume larutan kerja (ml) dalam 100 ml larutan	konsentrasi (ppm) $\times 10^{-3}$
0,0	0,0
0,5	0,5
1,0	1,0
2,0	2,0
6,0	6,0
10,0	10,0
20,0	20,0

– Penentuan kadar amoniak

Kandungan amoniak dalam larutan media setelah ditanami eceng gondok ditentukan dengan menggunakan spektrofotometer Ultra Lembayung - Sinar Tampak. Sebelum dianalisis, dipindahkan contoh sebanyak 25 ml ke dalam botol pereaksi. (Sebelum diencerkan dengan

faktor pengenceran 4x). Tambahkan 1 ml pereaksi Nessler. Pengerjaan dan perlakuan terhadap larutan standar dan blanko dikerjakan seperti pengerjaan sampel.

2.2. Analisis nitrat

a. Pembuatan pereaksi

1. Larutan buffer yang terdiri dari :

- Natrium Kalium Tartrat	33 gram
- Natrium Sitrat	24 gram
- aquadest	1000 ml

2. Larutan Natrium Hidroksida

- Natrium hidroksida	16 gram
- aquadest	1000 ml

3. Larutan Tembaga Sulfat

- Tembaga sulfat	3,9 gram
- aquadest	1000 ml

4. Larutan Hidrazin Sulfat

- Hidrazin sulfat	1,4 gram
- Larutan c	5 ml
- aquadest	1000 ml

5. Larutan pereaksi warna

- Asam fosfat 85 %	150 ml
--------------------	--------

- Sulfanilamid	10 gram
- N-(1-naphthyl)-ethylendiamin dihydrochlorid	0,5 gram
- aquadest	1000 ml

b. Penyiapan larutan baku nitrat

1,3708 gram NaNO_3 dilarutkan dalam aquadest, lalu diencerkan hingga volume 1000 ml dalam labu takar. Larutan dikocok dan pipet 10 ml dimasukkan ke dalam labu takar 100 ml, diencerkan sampai tanda garis dan dikocok.

Larutan tersebut mengandung 0,1 mg NO_3/ml .

c. Penentuan panjang gelombang maksimum

Disiapkan larutan baku yang telah diketahui konsentrasinya sebanyak 5 ml kedalam labu takar 100 ml, kemudian tambahkan pereksi buffer 9,5 ml, natrium hidroksida 11,9 ml, hidrazin sulfat 7,15 dan pereaksi warna 3,8 ml, kemudian impitkan dan dikocok.

Larutan berwarna di ukur serapannya pada panjang gelombang daerah tampak.

d. Penyiapan kurva baku

Disiapkan satu deret larutan baku dengan konsentrasi, 0-20 ppm. Tiap konsentrasi diukur serapannya pada panjang gelombang maksimum.

Hasil pembacaan serapan diplotkan dengan konsentrasi, sehingga diperoleh kurva baku.

Tabel 2. Pembuatan Larutan Standar Ion Nitrat

Volume larutan kerja (ml) dalam 100 ml	Konsentrasi (ppm)
0,0	0,0
0,5	0,5
1,0	1,0
6,0	6,0
12,0	12,0
18,0	18,0
25,0	25,0

e. Penentuan konsentrasi cuplikan

Larutan cuplikan air payau dianalisis sebagai berikut:

Pipet larutan contoh tersebut sebanyak 10 ml ke dalam labu takar 100 ml, ditambahkan pereaksi buffer 19 ml, natrium hidroksida 23,8 ml, hidrazin sulfat 14,3 ml dan pereaksi warna 7,6 ml. Larutan diimpitkan dan dikocok. Ukur serapannya pada panjang gelombang maksimum.

Konsentrasi cuplikan diperoleh dengan memasukkan nilai serapannya pada kurva baku.

2.3. Analisis data

Dari hasil pengukuran deret larutan baku di atas dibuat kurva kalibrasi untuk masing-masing amoniak dan nitrat. Untuk menarik garis

lurus pada grafik antara absorbans versus konsentrasi ini perlu bantuan persamaan garis regresi. Sumbu X adalah konsentrasi dan sumbu Y adalah nilai absorbans.

Persamaan garis regresi adalah:

$$Y = a + bX$$

a : konstanta (diperoleh dari intersep di sumbu Y)

b : $\text{tg } \alpha$

Nilai a dan b dapat dihitung dengan rumus :

$$a = \frac{\Sigma Y - b \cdot \Sigma X}{n}$$
$$b = \frac{n \cdot \Sigma XY - \Sigma X \cdot \Sigma Y}{n \cdot \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}$$

Untuk menguji korelasinya, digunakan persamaan koefisien korelasi sebagai berikut :

$$r = \frac{n \cdot \Sigma XY - \Sigma X \cdot \Sigma Y}{\sqrt{\{n \cdot \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2\} \{n \cdot \Sigma Y^2 - (\Sigma Y)^2\}}}$$

nilai r secara teori bisa,

+1 = berarti ada korelasi positif

0 = berarti tidak ada korelasi

-1 = berarti ada korelasi negatif.

Biasanya nilai r tidak tepat sama dengan nilai-nilai tersebut di atas, oleh karenanya perlu diuji dengan pertolongan tabel untuk r (lampiran 9)

ini dapat dilakukan pada P tertentu dengan derajat bebas :

$$DB = N - 2$$

N = jumlah pasangan data

Apabila nilai r yang dihitung lebih kecil dari r yang terdapat dalam tabel pada P tertentu, maka ini berarti tidak ada korelasi. Sebaliknya, apabila r yang dihitung lebih besar dari r di dalam tabel, berarti ada korelasi.

Rumus korelasi yang dipakai ini merupakan rumus korelasi angka kasar.

Untuk keperluan Uji Signifikansi dapat dipakai Uji F, dengan persamaan sebagai berikut :

$$F = \frac{r^2 (N - 2)}{\sqrt{(1 - r^2)}}$$

dimana nilai F yang diperoleh dari hasil perhitungan ini rujuk dengan nilai F menurut tabel F (Lampiran 10) dengan derajat bebas (N - 2). Penelitian ini menggunakan taraf signifikansi 1 % atau 5 %, sehingga jika nilai F hasil perhitungan lebih besar dari pada nilai F menurut tabel berarti bahwa korelasinya signifikan, sebaliknya jika nilai F hasil perhitungan lebih kecil dari nilai F menurut tabel, berarti bahwa korelasinya signifikan.

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Amoniak

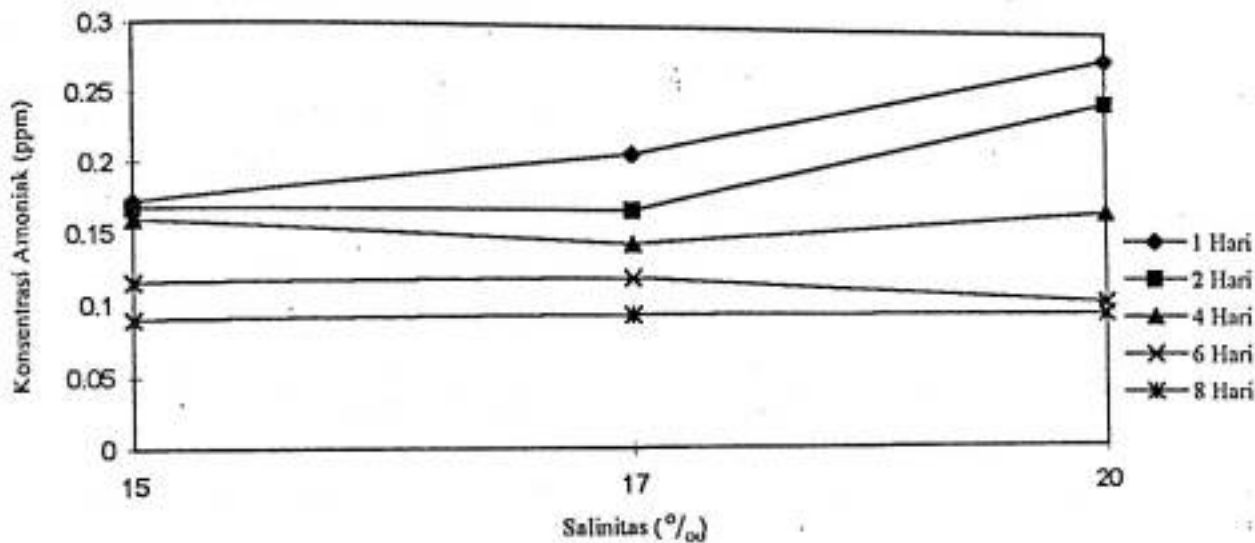
Penetapan panjang gelombang maksimum (λ_{maks}) pada penentuan amoniak didapatkan λ_{maks} sebesar 395 nm. Untuk penentuan amoniak tersebut, amoniak yang ada dikomplekskan dengan pereaksi Nessler dalam suasana basa yang membentuk kompleks yang berwarna kuning agak kecoklatan. Dari panjang gelombang maksimum yang didapatkan selanjutnya digunakan untuk penentuan kadar amoniak dalam sampel.

Hasil analisis amoniak (NH_3) yang masih tersisa dalam media tanam setelah ditanami eceng gondok selama penanaman 1 hari, 2 hari, 4 hari, 6 hari dan 8 hari, dengan variasi salinitas masing-masing 15 ‰, 17 ‰, dan 20 ‰ dan sebagai pembanding air tawar (0 ‰) terlihat dalam Tabel 3 dan Gambar 4.

Dari Tabel 3 terlihat bahwa dari salinitas 15 - 20 ‰, daya serap eceng gondok terhadap NH_3 mengalami peningkatan dengan menurunnya kadar amoniak dalam media tanam, waktu penanaman 1, 2, 4, 6 dan 8 hari. Penyerapan terbesar terjadi pada hari ke delapan dengan salinitas 15 ‰ dengan kadar rata-rata amoniak yang masih terdapat dalam media tanam adalah 0,090 ppm dari 0,300 ppm merupakan konsentrasi amoniak yang ada sebelum penanaman eceng gondok. Sedangkan penyerapan terendah dengan kadar rata-rata amoniak terbesar pada media tanam di hari pertama dengan salinitas 20 ‰ yaitu 0,280 ppm.

Tabel 3. Hasil analisis kadar Amoniak(ppm) dalam media tanam setelah penanaman eceng gondok dengan kadar awal 0,300 ppm

waktu (hari)	Salinitas (‰)			
	0	15	17	20
1	0,156	0,172	0,208	0,280
2	0,148	0,168	0,168	0,248
4	0,104	0,160	0,144	0,168
6	0,096	0,116	0,120	0,104
8	0,076	0,090	0,094	0,096



Gambar 4. Grafik Konsentrasi Amoniak dengan Salinitas

Secara keseluruhan penyerapan amoniak oleh eceng gondok mengalami penurunan atau semakin kecil seiring dengan bertambahnya waktu tanam. Hal ini disebabkan karena tingkat kejenuhan tanaman dalam penyerapan amoniak.

Pada salinitas 20 ‰ penyerapan yang kecil sejak hari pertama ini terlihat dari jumlah amoniak yang terukur dalam media tanam. Berbeda dengan salinitas 15 ‰ dan 17 ‰ yang hari pertama sudah terserap banyak dengan melihat jumlah amoniak yang ada dalam media tanam, sedangkan antara salinitas 15 ‰ dan 17 ‰ perbedaan penyerapan tidak terlalu menyolok. Pada hari ke-4, 6 dan 8 jumlah amoniak yang terserap hampir merata di antara ketiganya. Perbedaan ini disebabkan karena kepekatan kadar garam dapat mempengaruhi penyerapan amoniak oleh eceng gondok. Seperti yang dijelaskan oleh Dwijoseputro (1978) menyatakan bahwa jika ada unsur berlebihan dalam larutan media tidak akan menambah cepat pertumbuhannya bahkan dapat membahayakan pertumbuhannya.⁽⁴⁾

Urutan penurunan amoniak masing-masing salinitas $15 \text{ ‰} > 17 \text{ ‰} > 20 \text{ ‰}$. Salinitas 15 ‰ jumlah amoniak yang terbesar yang masih terdapat dalam media tanam pada hari pertama 0,170 ppm dan terkecil 0,090 ppm. Untuk 17 ‰ jumlah amoniak yang terbesar 0,208 ppm dan terkecil 0,094 ppm (Tabel 3). Sedangkan untuk 20 ‰ jumlah amoniak yang terbesar di hari pertama 0,280 ppm dan terkecil 0,096 ppm. Namun perbedaan penyerapan tidak terlalu besar. Ini berarti bahwa antara ketiga salinitas tidak berarti pengaruhnya dalam penyerapan amoniak. Dari percobaan yang dilakukan dibuat juga media tanam dengan kondisi tawar atau salinitas 0 ‰, sebagai pembanding, untuk mengetahui apa ada perbedaan jumlah penyerapan amoniak dengan kondisi air payau. Jumlah amoniak yang masih terdapat dalam media tanam pada kondisi air tawar adalah yang terbesar

0,158 ppm terkecil 0,078 ppm. Dibandingkan antara salinitas 15 ‰, 17 ‰ dan 20 ‰. Perbedaan terbesar adalah pada hari pertama. Sedangkan hari selanjutnya perbedaannya agak kecil. Namun secara umum kondisi air tawar lebih banyak menyerap amoniak dibandingkan dengan ketiga variasi salinitas yang ada. Hal ini disebabkan karena eceng gondok dapat tumbuh lebih baik dalam kondisi air tawar. Ini terlihat pada waktu penanaman sampai hari ke sepuluh eceng gondok tumbuh baik, sedangkan dalam kondisi air payau eceng gondok mulai menguning pada hari ke enam dan pada hari ke sepuluh sudah mulai coklat kering daunnya dan akarnya membusuk. Selain itu air payau yang memiliki salinitas yang lebih tinggi sehingga mempunyai konsentrasi ion-ion terlarut yang lebih besar, ion-ion yang tidak diperlukan dalam jumlah besar yang dapat menjadi racun bagi tanaman.

Dari uji statistik analisis variansi terhadap waktu didapatkan $p = 0,00 < 0,001$ berarti pengaruh hari terhadap penyerapan amoniak sangat signifikan (berbeda nyata) dengan taraf kepercayaan 99 %. Dan uji lanjut (uji persamaan Fisher) bahwa pengaruh waktu terhadap penyerapan amoniak berbeda tidak nyata antara hari pertama dengan hari kedua dan hari kedua dengan hari ketiga, demikian seterusnya. Namun berbeda nyata antara hari pertama dan ketiga, pertama dan keempat dan seterusnya.

Untuk uji statistik analisis variansi terhadap salinitas didapatkan $p = 0,132 > 0,01$ berarti pengaruh salinitas terhadap penyerapan amoniak tidak signifikan. Dan dari uji lanjut (uji Fisher) terlihat bahwa pengaruh salinitas terhadap

penyerapan amoniak tidak nyata dengan tumpang tindihnya batasan daerah dari ketiga variasi salinitas. Jadi salinitas tidak terlalu berpengaruh terhadap penyerapan amoniak.

Selanjutnya dari uji analisis variansi terhadap salinitas dan waktu ditetapkan $p = 0,00 < 0,01$, berarti salinitas dan hari terhadap penyerapan NH_3 sangat signifikan (berbeda nyata) dengan taraf kepercayaan 99 %.

B. Ion Nitrat

Penetapan panjang gelombang maksimum (λ_{maks}) pada penentuan nitrat yang didapatkan sebesar 540 nm. Untuk mendapatkan λ_{maks} tersebut ion nitrat yang direduksi menjadi nitrat oleh hidrazin sulfat dengan bantuan tembaga sulfat dalam suasana basa. Hasil reduksi dikomplekskan dengan pereaksi warna yang memberikan warna merah ungu. Dari panjang gelombang maksimum yang didapatkan digunakan untuk menentukan kadar ion nitrat dalam media tanam. Pengukuran ion nitrat sama dengan amoniak dengan membuat kurva standar dan persamaan regresi.

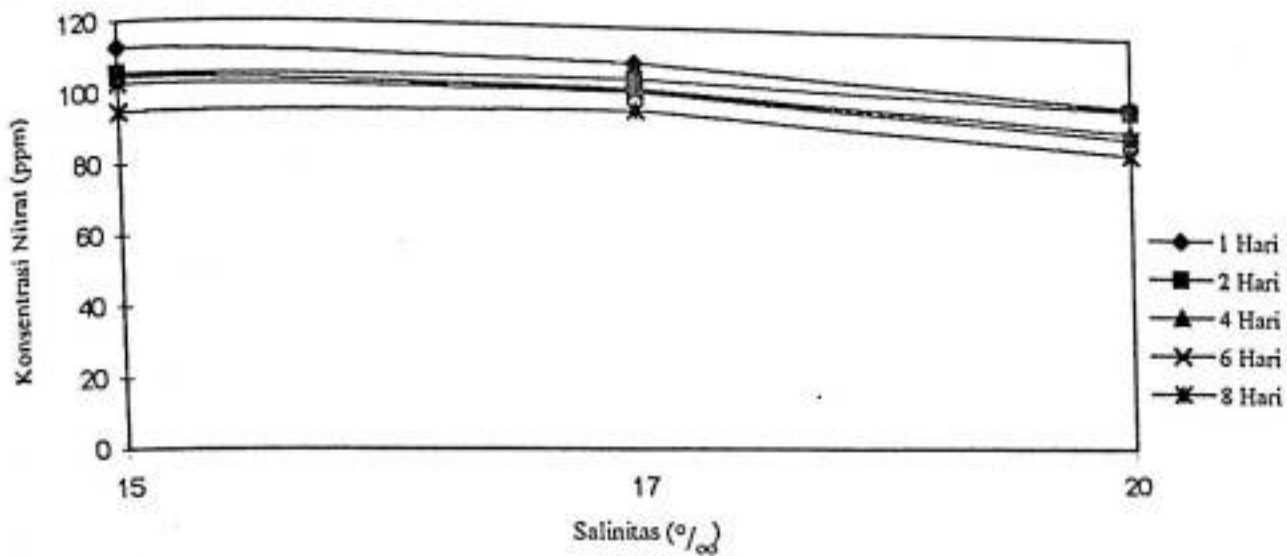
Hasil analisis penyerapan ion nitrat oleh eceng gondok dengan melihat jumlah nitrat dalam media tanam dengan variasi salinitas dan waktu tanam terlihat pada Tabel 4 dan Gambar 5.

Dari Tabel 4 terlihat bahwa dari salinitas 15 - 20 ‰ daya serap eceng gondok terhadap ion NO_3^- meningkat dengan menurunnya kadar NO_3^- yang terukur dalam media tanam setelah penanaman eceng gondok, dengan waktu penanaman 1 hari, 2 hari, 4 hari, 6 hari dan 8 hari. Penyerapan terbesar terjadi pada hari kedelapan dengan salinitas 20 ‰ dengan kadar rata-rata NO_3^- terkecil adalah 86,36 ppm dari 230 ppm konsentrasi ion nitrat yang ada sebelum penanaman eceng gondok. Sedangkan penyerapan terendah dengan kadar rata-rata NO_3^- yang terbesar pada hari pertama salinitas 15 ‰ yaitu 112,73 ppm.

Secara keseluruhan seperti halnya dengan amoniak, penyerapan ion nitrat oleh eceng gondok mengalami penurunan. Antara hari ke-nol dan hari pertama terjadi penurunan yang besar, sedangkan hari kedua, keempat, keenam dan kedelapan penurunan NO_3^- dalam media tanam kecil. Hal ini disebabkan karena NO_3^- yang dipergunakan dalam metabolisme oleh eceng gondok memerlukan proses yang lebih panjang dibanding NH_3 yang lebih cepat diubah menjadi gugusan asam amino (NH_2).

Tabel 4 Hasil analisis kadar NO_3^- (ppm) dalam media tanam setelah penanamam eceng gondok dengan kadar awal 230 ppm

Waktu (hari)	Salinitas (‰)			
	0	15	17	20
1	116,36	112,73	110,00	100,00
2	111,82	105,45	105,45	99,09
4	105,45	104,55	102,75	92,73
6	99,09	102,75	101,82	90,91
8	96,36	94,54	96,64	86,36



Gambar 5. Grafik Konsentrasi Nitrat dengan Salinitas

Perbedaan penyerapan ion nitrat agak besar antara salinitas 20 ‰ dengan 17 ‰ dan 20 ‰ dengan 15 ‰. Sedangkan antara 15 ‰ dan 17 ‰, per ion nitrat ada pengaruh walaupun kecil. Dari ketiga variasi salinitas ini penyerapan terbesar pada salinitas 20 ‰. Berbeda dengan NH_3 , penyerapan NH_3 naik sejalan dengan menurunnya tingkat salinitas, sedangkan penyerapan NO_3^- meningkat sejalan dengan kenaikan tingkat salinitas. Hal ini disebabkan oleh faktor tekanan osmosis dimana konsentrasi ion-ion terlarut dalam media lebih besar pada salinitas 20 ‰.

Seperti halnya pada amoniak, maka pada ion nitrat dibuat juga kondisi air tawar (0 ‰) sebagai pembanding, untuk mengetahui apakah ada perbedaan jumlah penyerapan ion nitrat dengan kondisi air tawar. Jumlah NO_3^- pada kondisi air tawar

yang terbesar yang masih tersisa pada hari pertama yaitu 116,36 ppm dan yang terkecil adalah 96,36 ppm. Perbedaan yang agak menyolok terjadi pada hari pertama, utamanya dengan salinitas 20 ‰, namun untuk salinitas 15 ‰ dan 17 ‰ tidak terlalu besar, terutama hari kedua dan seterusnya. Namun secara keseluruhan kondisi air tawar lebih sedikit menyerap ion nitrat dibandingkan dengan ketiga variasi salinitas yang ada. Selanjutnya hari keempat, keenam dan kedelapan penyerapan hampir sama antara air tawar dengan air payau. Walaupun air tawar menyerap NO_3^- lebih kecil namun masih dapat menyerap setelah hari ke sepuluh. Hal ini ditinjau dari pertumbuhan eceng gondok seperti pada penambahan NH_3 , eceng gondok tumbuh lebih baik dalam kondisi air tawar. Ini terlihat pada waktu penanaman sampai hari kesepuluh eceng gondok tumbuh baik, sedangkan kondisi air payau eceng gondok mati.

Dari uji statistik analisis variansi terhadap waktu didapatkan $p = 0,00 < 0,001$. Ini berarti pengaruh hari terhadap penyerapan nitrat sangat signifikan (berbeda nyata) dengan taraf kepercayaan 99 %. Dan uji lanjut (uji persamaan Fisher) bahwa pengaruh waktu terhadap penyerapan nitrat berbeda tidak nyata antara hari pertama dengan kedua, hari kedua dengan ketiga, demikian seterusnya. Namun berbeda nyata antara hari pertama dan keenam, kedua dan kedelapan, dan seterusnya.

Untuk uji statistik analisis variansi terhadap salinitas didapatkan $p = 0,00 < 0,01$ ini berarti bahwa pengaruh salinitas terhadap penyerapan nitrat

sangat signifikan. Dan uji lanjut didapatkan bahwa pengaruh salinitas terhadap penyerapan NH_3 berbeda nyata antara 15 ‰ dan 17 ‰, dengan 20 ‰, dan berbeda tidak nyata antara 15 ‰ dengan 17 ‰.

Selanjutnya dari uji statistik analisis variansi terhadap salinitas dan hari yang didapat $p = 0,008 < 0,01$. Ini berarti pengaruh salinitas dan lamanya penanaman terhadap penyerapan NO_3^- sangat signifikan dengan taraf kepercayaan 99 ‰.



BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Penyerapan amoniak yang terbesar oleh eceng gondok pada hari kedelapan dengan salinitas 15 ‰, dan yang terkecil pada hari pertama dengan salinitas 20 ‰.
2. Penyerapan nitrat terbesar pada hari kedelapan dengan salinitas 20 ‰, dan yang terkecil pada hari pertama dengan salinitas 15 ‰.
3. Dari hasil uji statistik menunjukkan lama penanaman dan salinitas eceng gondok sangat signifikan ($\alpha = 0,000$) terhadap penyerapan amoniak maupun nitrat, dari uji lanjut menunjukkan pengaruhnya tidak terlalu nyata.

B. Saran

Disarankan penelitian ini dapat dilanjutkan dengan penambahan amoniak dan nitrat bergabung dalam suatu wadah.

DAFTAR PUSTAKA

1. Cotton, F. A., dan G. Wilkinson, *Kimia Anorganik Dasar*, Terjemahan, Sahati Suharto, UI-Press, Jakarta 1989.
2. Day, J. R., R. A. dan A. L. Underwood, *Analisis Kimia Kuantitatif*, Terjemahan, R. Soendoro, Airlangga, Jakarta 1983.
3. Dwidjoseputro D., *Pengantar Fisiologi Tumbuhan*, PT. Gramedia, Jakarta 1985.
4. Gopal, Brij. *Water Hyacinth*. Elseiver. Tokyo 1987
5. Hutabarat, Sahala dan Evans, M. Stewart. *Pengantar Oceanografi*. UI-Press.
6. Laporan *Pendaur Ulangan Limbah* (peranan eceng gondok dalam penurunan BOD, N dan P pada efluen kolam sedimentasi), Pusat penelitian sumber daya manusia dan lingkungan, Universitas Indonesia.
7. Laporan penelitian *Pemanfaatan Eceng Gondok*, Balai Penelitian Kimia Banjarbaru, Bannjarbaru, 1978.
8. Manullang, B. O., *Eceng Gondok*, Ikhtisar PU No. 55 Th. VI.
9. Mc. Graw-Hill, *Encyclopedia of Science and Technology*, Vol. 12 dan 17.
10. Neis, Uwe. *Memfaatkan Air Limbah*. Yayasan Obor indonesia, Jakarta 1989.
11. Nontji, Anugrah, *Laut Nusantara*, Djambatan 1987
12. Noor, Alfian, dkk. *Metode Analisis Kimia untuk Monitoring Lingkungan Laut*. Ujung Pandang : Program Buginnesia-Unhas. Ujung Pandang 1995.
13. Odum, Eugene P., *Fundamental of Ecology* 3 Saunders 10 USA 1971.
14. Pangesti, Rahayu , dan Syaifuddin , *Suatu Gagasan Penanganan Pemutupan Muara Sungai oleh Gulma Air*, artikel, PU 6/XXVII/Sept/92.
15. Purnomo, Alie, *Faktor Lingkungan Dominan pada Budidaya Udang Intensif, dalam Budidaya Air*, Yayasan Obor Indonesia, Jakarta, 1989.
16. P. Michael, *Metode Ekologi untuk Penyelidikan Lapangan dan Laboratorium*, (Terjemahan), UI Press, 1994.

17. Sastrapradja, Setijati dan Rahadiah Bimantoro, *Tumbuhan Air*, Lembaga Biologi Nasional LIPI, Bogor, 1981.
18. Seri Sumber Daya Alam, 141 *Ikan tambak dan habitatnya*. Proyek studi potensi sumber daya alam Indonesia LIPI, Jakarta 1988.
19. *Standar Methods*, (for the examination waste and wastewater), American Public Health Association.
20. Sunarya Nasrun, R., *Kimia Lingkungan I*, Cetakan pertama, Bandung 1980.
21. Sujana, *Desain dan Analisis Esperimen*, Bandung, 1985.

LAMPIRAN

Lampiran 1.

Perhitungan Garis Regresi Amoniak

Konsentrasi X ($\mu\text{g/l}$)	Absorban, Y			
	I	II	III	Rata-rata
blanko	0,000	0,000	0,000	0,000
0,5	0,019	0,021	0,020	0,021
1,0	0,024	0,025	0,023	0,024
2,0	0,031	0,029	0,031	0,030
6,0	0,034	0,032	0,033	0,033
10,0	0,042	0,042	0,042	0,042
20,0	0,049	0,049	0,052	0,050

* Faktor pengenceran 4x

Persamaan garis regresi

$$Y = a + bX$$

$$Y = \text{Absorban}$$

$$X = \text{Konsentrasi}$$

Berdasarkan rumus yang telah dijelaskan pada Bab IV, maka diperoleh :

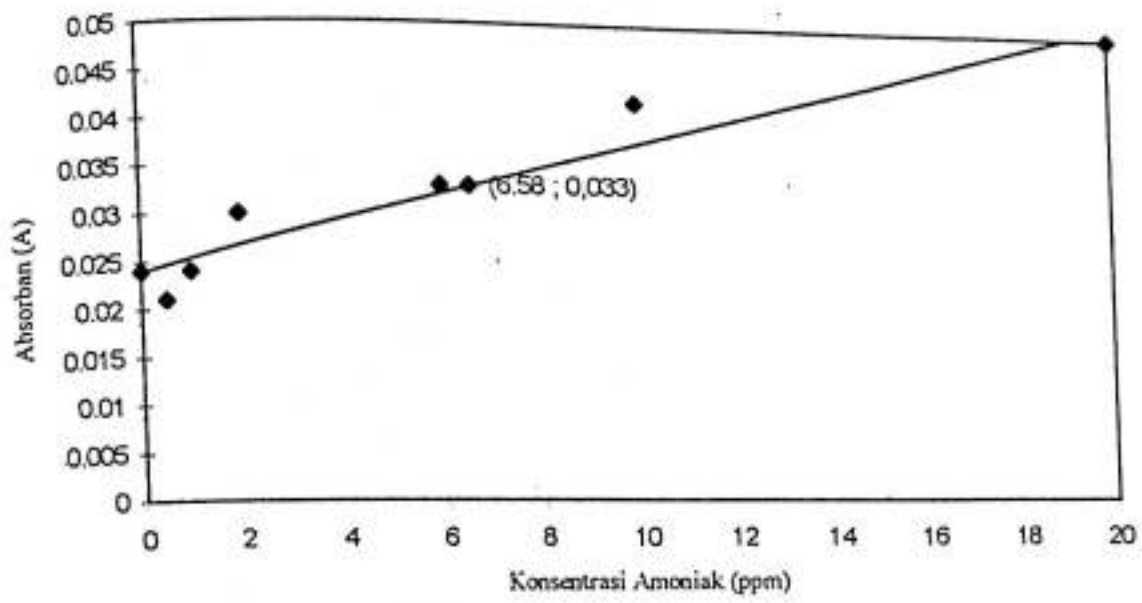
$$a = 0,024$$

$$b = 0,001$$

$$r = 0,961$$

maka persamaan garis regresi menjadi

$$Y = 0,024 + 0,001X$$



Gambar 6. Kurva Standar Amoniak

Lampiran 2.

Tabel 2. Hasil Pengukuran Absorban untuk Amoniak

Waktu (hari)	Salinitas (‰)			
	0	15	17	20
1	0,065	0,069	0,074	0,095
	0,062	0,066	0,077	0,094
	0,062	0,066	0,077	0,093
	0,062	0,067	0,076	0,094
2	0,060	0,076	0,066	0,087
	0,062	0,065	0,065	0,087
	0,061	0,066	0,067	0,084
	0,061	0,066	0,066	0,086
4	0,050	0,066	0,059	0,066
	0,49	0,063	0,061	0,066
	0,051	0,063	0,060	0,066
	0,050	0,064	0,060	0,066
6	0,048	0,055	0,055	0,051
	0,049	0,052	0,055	0,050
	0,047	0,052	0,051	0,049
	0,048	0,053	0,054	0,050
8	0,042	0,046	0,046	0,047
	0,044	0,047	0,046	0,049
	0,043	0,048	0,049	0,048
	0,043	0,047	0,047	0,048

Faktor Pengenceran 4 x

Lampiran 3.

Perhitungan Garis Regresi Ion Nitrat (NO_3^-)

Konsentrasi, X (ppm)	Absorban, Y			
	I	II	III	Rata-rata
blanko	0,000	0,000	0,000	0,000
0,5	0,002	0,004	0,003	0,003
1,0	0,006	0,003	0,003	0,004
6,0	0,006	0,006	0,006	0,006
12,0	0,011	0,011	0,014	0,012
18,0	0,018	0,017	0,016	0,017
25,0	0,112	0,112	0,115	0,113

* Faktor pengenceran 10x

Persamaan garis regresi

$$Y = a + bX$$

Berdasarkan rumus yang telah dijelaskan pada Bab IV, maka diperoleh :

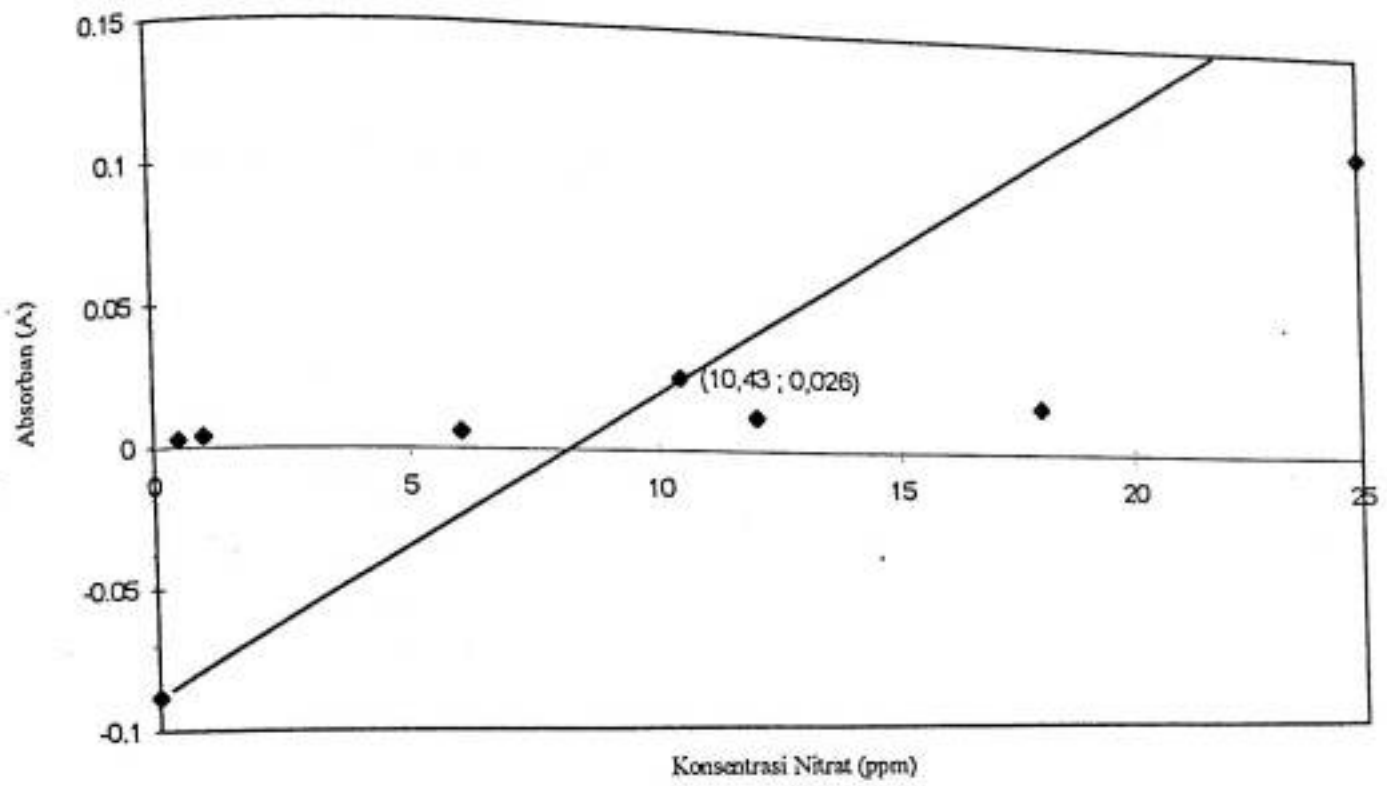
$$a = -0,088$$

$$b = 0,011$$

$$r = 0,808$$

maka persamaan garis regresi menjadi

$$Y = -0,088 + 0,011X$$



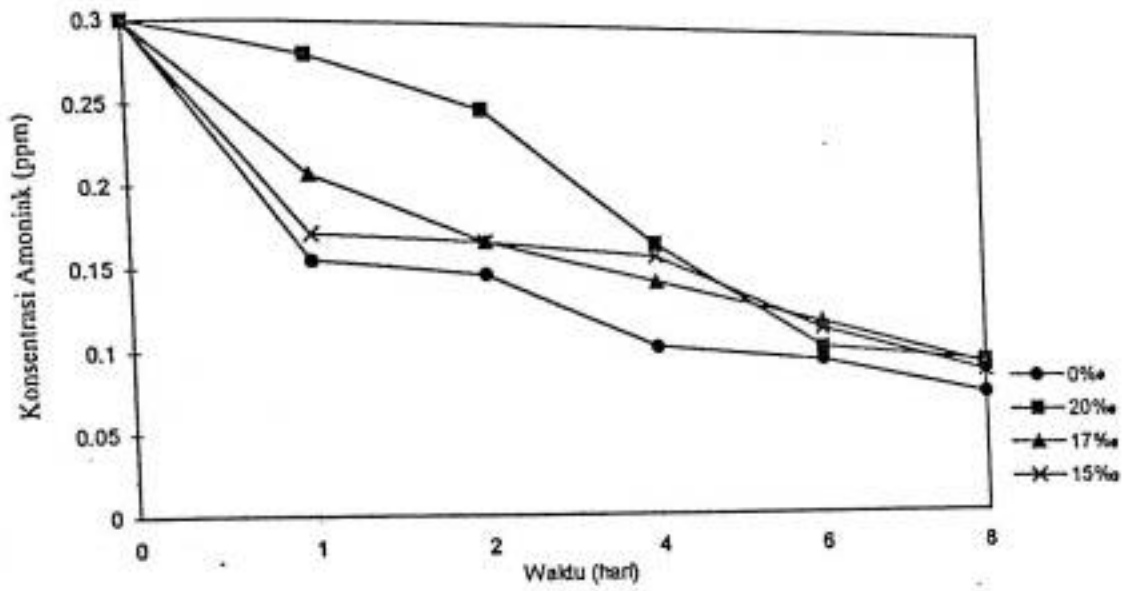
Gambar 7. Kurva Standar untuk Ion Nitrat

Lampiran 4.

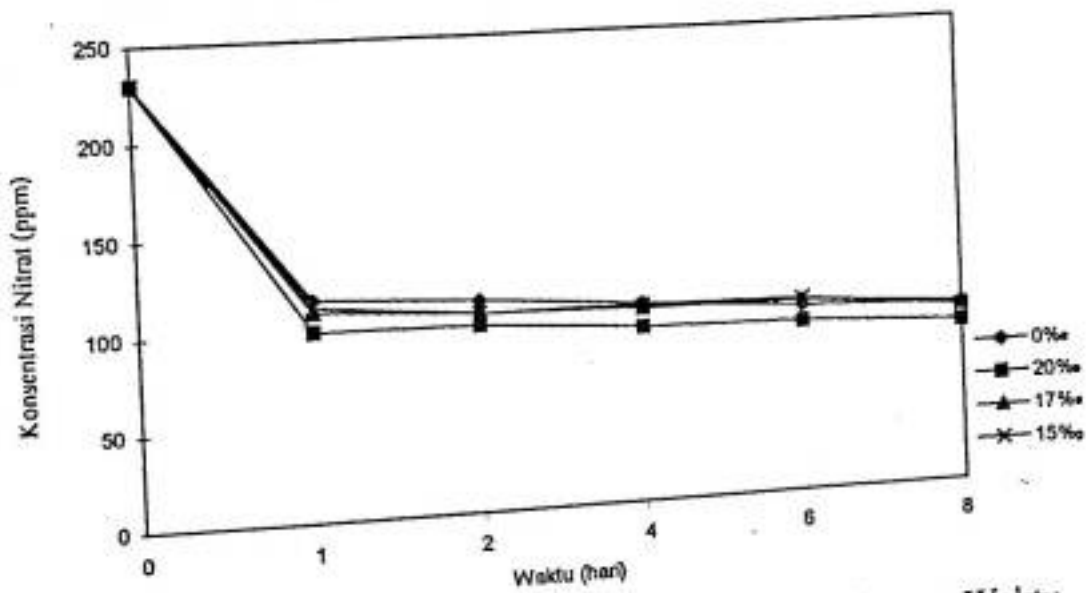
Tabel 4. Hasil Pengukuran Absorban untuk nitrat.

Waktu (hari)	Salinitas (‰)			
	0	15	17	20
1	0,042	0,034	0,033	0,021
	0,039	0,037	0,033	0,023
	0,039	0,037	0,033	0,022
	0,040	0,036	0,033	0,022
2	0,035	0,028	0,028	0,023
	0,035	0,027	0,027	0,020
	0,035	0,029	0,029	0,020
	0,035	0,028	0,028	0,021
4	0,030	0,026	0,024	0,013
	0,027	0,026	0,024	0,015
	0,027	0,029	0,027	0,014
	0,028	0,027	0,025	0,014
6	0,021	0,024	0,023	0,014
	0,020	0,027	0,026	0,011
	0,022	0,024	0,023	0,011
	0,021	0,025	0,024	0,012
8	0,018	0,015	0,014	0,008
	0,019	0,016	0,015	0,008
	0,017	0,017	0,016	0,005
	0,018	0,016	0,015	0,007

Faktor Pengenceran 10 x



Gambar 8. Grafik Hubungan Konsentrasi Amoniak dengan Waktu



Gambar 9. Grafik Hubungan Konsentrasi Nitrat dengan Waktu

Lampiran 7.

Analisis variansi pengaruh salinitas dan lama penanaman terhadap penyerapan amoniak

Sumber Variasi	db	Jumlah Kuadrat (JK)	Jumlah Kuadrat Rata-rata (JKR)	F _{hitung}	F _{tabel} ($\alpha = 0,01$)
Waktu (hari)	5	103064,9	25766,2	270,40	0,000
Salinitas	3	1275,4	6357,7	66,72	0,000
Waktu dan salinitas	8	19608,2	2451,0	25,72	0,000
Sisa	29	2858,7	95,3		
Total	45	138247,1			

Analisis variansi pengaruh salinitas dan lama penanaman terhadap penyerapan ion nitrat

Sumber Variasi	db	Jumlah Kuadrat (JK)	Jumlah Kuadrat Rata-rata (JKR)	F _{hitung}	F _{tabel} ($\alpha = 0,01$)
Waktu (hari)	5	6228,09	1557,02	171,31	0,000
Salinitas	3	4435,38	2217,69	244,00	0,000
Waktu dan salinitas	8	240,18	30,02	3,30	0,008
Sisa	29	272,67	9,09		
Total	45	11176,31			

Lampiran 8.

Contoh Perhitungan Analisis Variansi



Salinitas (‰)	Waktu tanam (hari)					Jumlah
	1	2	4	6	8	
15	184	172	172	104	88	720 (a)
	168	168	156	112	96	700 (b)
	164	164	152	132	92	704 (c)
	516	504	484	348	276	2124
17	200	168	152	136	88	744 (d)
	212	164	148	116	94	734 (e)
	212	172	132	108	100	724 (f)
	624	504	432	360	282	2202
20	268	252	168	96	92	876 (g)
	272	252	168	100	100	892 (h)
	300	240	168	116	96	920 (i)
	840	744	504	312	288	2688
Jumlah	1980 (j)	1752 (k)	1416 (l)	1020 (m)	846 (n)	(N)

$$JK(\text{salinitas}) = \frac{a^2 + b^2 + c^2 + d^2 + e^2 + f^2 + g^2 + h^2 + i^2}{5} - \frac{N^2}{45} = A$$

$$JK(\text{waktu}) = \frac{j^2 + k^2 + l^2 + m^2 + n^2}{9} - \frac{N^2}{45} = B$$

$$JK(\text{total}) = \frac{x_1^2 + x_2^2 + \dots + x_{45}^2}{1} - \frac{N^2}{45} = D$$

$$JK(\text{sisa}) = JK(\text{total}) - JK(\text{waktu}) - JK(\text{salinitas}) = C$$

Sumber Variasi	db	Jumlah Kuadrat (JK)	Jumlah Kuadrat Rata-rata (JKR)	F _{hitung}	F _{tabel} (α = 0,01)
Waktu (hari)	5	A	A/2 = F	F/I	Diperoleh dari tabel
Salinitas	3	B	B/5 = G	G/I	
Waktu dan salinitas	8	E	E/8 = H		
Sisa	29	C	C/30 = I		
Total	45	D			

Jika nilai F_{hitung} lebih besar dari pada F_{tabel} , untuk

$\alpha = 0,001$ dikatakan berpengaruh sangat nyata sedangkan

$\alpha = 0,05$ dikatakan berpengaruh nyata

LAMPIRAN 9

TABEL KOEFISIEN KORELASI r

P DB					
	0,10	0,05	0,02	0,01	0,001
1	0,988	0,997	0,999	1,000	1,000
2	0,900	0,950	0,980	0,990	0,999
3	0,805	0,878	0,934	0,959	0,992
4	0,729	0,811	0,882	0,917	0,974
5	0,669	0,754	0,833	0,874	0,951
6	0,621	0,707	0,789	0,834	0,925
7	0,582	0,666	0,750	0,798	0,898
8	0,549	0,632	0,716	0,765	0,872
9	0,521	0,602	0,685	0,735	0,847
10	0,497	0,576	0,658	0,708	0,823
11	0,476	0,553	0,634	0,684	0,801
12	0,457	0,532	0,612	0,661	0,780
13	0,441	0,514	0,592	0,641	0,760
14	0,426	0,497	0,574	0,623	0,742
15	0,412	0,482	0,558	0,606	0,725
16	0,400	0,468	0,543	0,590	0,708
17	0,389	0,456	0,528	0,575	0,693
18	0,378	0,444	0,516	0,561	0,679
19	0,369	0,433	0,503	0,549	0,665
20	0,360	0,423	0,492	0,537	0,652

LAMPIRAN 10

TABEL NILAI F DENGAN TARAF SIGNIFIKANSI 5 %

(Deretan Atas) DAN 1 % (Deretan Bawah)

DU untuk Kf pembagi	DU untuk Kuadrat Berata Pembilang							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	161 4052	200 4999	216 5403	225 5625	230 5764	234 5859	237 5920	238 5961
2	18,51 98,43	19,00 99,00	19,16 99,17	19,25 99,25	19,30 99,30	19,33 99,33	19,36 99,34	19,37 99,36
3	19,13 34,12	9,55 30,82	9,28 29,46	9,12 28,71	9,01 28,24	8,94 27,91	8,88 27,57	9,84 27,49
4	7,71 21,20	6,94 18,00	6,59 16,69	6,33 15,98	6,26 15,52	6,16 15,21	6,09 14,98	5,04 14,00
5	6,61 16,26	5,79 13,27	5,41 12,05	5,19 11,39	5,05 10,97	4,95 10,67	4,88 10,45	4,82 10,27
6	5,99 13,74	5,14 10,92	4,76 9,73	4,53 9,15	4,39 8,75	4,28 8,47	4,21 8,26	4,15 8,10
7	5,59 12,35	4,74 9,55	4,35 8,45	4,12 7,85	3,97 7,45	3,87 7,19	3,79 7,00	3,73 6,84
8	5,32 11,28	4,46 8,65	4,07 7,59	3,84 7,01	3,69 6,63	3,56 6,37	3,50 6,19	3,44 6,03
9	5,12 10,56	4,26 8,02	3,96 6,99	3,63 6,42	3,48 6,06	3,37 5,80	3,29 5,62	3,23 5,47
10	4,96 10,04	4,10 7,56	3,71 6,55	3,48 5,99	3,33 5,64	3,22 5,39	3,14 5,21	3,07 5,06
11	4,84 9,65	3,98 7,20	3,59 6,22	3,36 5,57	3,20 5,32	3,09 5,07	3,01 4,88	2,95 4,74
12	4,75 9,33	3,88 6,93	3,49 5,95	3,26 5,41	3,11 5,05	3,00 4,82	2,92 4,65	2,85 4,50
13	4,67 9,07	3,80 6,70	3,41 5,74	3,18 5,20	3,02 4,96	2,92 4,62	2,84 4,44	2,77 4,30
14	4,60 8,85	3,74 6,51	3,34 5,56	3,11 5,03	2,95 4,69	2,85 4,45	2,77 4,29	2,70 4,14
15	4,54 8,68	3,68 6,38	3,29 5,42	3,06 4,89	2,90 4,56	2,79 4,32	2,70 4,14	2,64 4,04