

Tersedia online di: <http://ejournal-balitbang.kkp.go.id/index.php/btla>

## ANALISIS KADAR DERAJAT KEASAMAN (pH) DAN AMONIA TERHADAP PENGARUH pH AWAL PADA POPULASI *KLADOSERA (Moina sp.)*

Bayu dan Slamet Sugito

Balai Riset Budidaya Ikan Hias  
Jl. Perikanan No. 13, Pancoran Mas, Depok, Jawa Barat  
E-mail: [publikasi.bppbih@gmail.com](mailto:publikasi.bppbih@gmail.com)

### ABSTRAK

Tujuan kegiatan ini adalah untuk mengetahui kadar pH dan amonia terhadap pengaruh pH awal pada populasi *Kladosera (Moina sp.)*. Analisis kualitas air ini dilakukan untuk mendapatkan hasil yang akan digunakan sebagai data dukung dalam penelitian parameter kualitas air terutama pada populasi *Kladosera (Moina sp.)*. Analisis ini dilakukan di Laboratorium Uji Kualitas Air Balai Riset Budidaya Ikan Hias, Depok sebanyak empat kali yaitu hari ke-0, ke-1, ke-7, dan hari ke-14. Contoh uji air diambil di hatcheri pakan alami dengan enam macam perlakuan pengaruh pH awal yaitu pH 5, 6, 7, 8, 9, dan 10. Parameter yang diamati adalah kadar pH dan amonia pada sampel air. Analisa pH dilakukan dengan metode SNI SNI 06-6989.11-2004 mengenai cara uji derajat keasaman (pH) dengan menggunakan alat pH meter, sedangkan analisa amonia dilakukan dengan metode SNI 06-6989.30-2005 mengenai cara uji kadar amonia dengan spektrofotometer secara fenat. Hasil analisis menunjukkan bahwa kadar pH yang diperoleh mengalami perubahan menjadi sekitar 6.0–8.5 dan kadar amonia yang diperoleh cenderung meningkat kisaran 0.02–0.1 mg/L. Hasil analisis ini masih dalam rentang yang ditentukan dibandingkan dengan Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 yaitu kelas II untuk perikanan budidaya air tawar.

**KATA KUNCI:** pH; amonia; *Kladosera*

### PENDAHULUAN

Pakan alami sangat diperlukan dalam budidaya ikan dan pembenihan, karena akan menunjang sintasan benih ikan. Pada saat telur ikan baru menetas maka setelah makanan cadangan habis, benih ikan membutuhkan pakan yang sesuai dengan ukuran tubuhnya. Pemberian pakan yang berlebihan atau tidak sesuai dengan kondisi ikan berakibat kualitas air media sangat rendah. Di samping air media cepat kotor dan berbau amis, berakibat pula kematian benih ikan sangat tinggi sampai sekitar 60-70%.

Dengan bentuk dan ukuran mulut yang kecil, benih ikan sangat cocok diberikan pakan alami. Untuk tahap awal, pakan yang diperlukan adalah pakan alami jenis *Infusoria/Paramecium*. Pada tahap selanjutnya sesuai dengan perkembangan ukuran mulut ikan, jenis pakan alami yang cocok diberikan yaitu *Moina sp.*

Pakan alami merupakan salah satu faktor penentu keberhasilan produksi benih ikan hias maupun ikan konsumsi. Budidaya pakan alami yang dilakukan sendiri oleh petani menjanjikan sejumlah keuntungan, di samping kualitas kebersihan pakan terjamin, pakan alami produksi sendiri juga menghasilkan jenis pakan/kutu air seperti yang diharapkan. Penghematan waktu,

tenaga dan biaya juga akan diraih apabila produksi pakan alami dilakukan dengan baik.

Pakan alami ialah makanan hidup bagi larva atau benih ikan dan udang. Beberapa jenis pakan alami yang sesuai untuk benih ikan air tawar, antara lain *Infusoria (Paramecium sp.)*, *Rotifera (Brachionus sp.)*, *Kladosera (Moina sp.)*, dan *Daphnia sp.* Pakan alami tersebut mempunyai kandungan gizi yang lengkap dan mudah dicerna dalam usus benih ikan. Ukuran tubuhnya yang relatif kecil sangat sesuai dengan lebar bukaan mulut larva/benih ikan. Sifatnya yang selalu bergerak aktif akan merangsang benih/larva ikan untuk memangsanya. Pakan alami ini dapat memberikan gizi secara lengkap bagi larva/benih ikan sesuai kebutuhan untuk pertumbuhan dan perkembangannya.

Pakan alami *Moina sp.* dapat dilakukan dengan menggunakan kotoran hewan kering yang ada di sekitar kita. Di kalangan petani *Moina sp.* dikenal dengan nama "kutu air". Jenis kutu ini mempunyai bentuk tubuh agak bulat, bergaris tengah antara 0,9-1,8 mm dan berwarna kemerahan. Perkembangbiakan *Moina* dapat dilakukan melalui dua cara, yaitu secara asexual atau parthenogenesis (melakukan penetasan telur tanpa dibuahi) dan secara seksual

(melakukan penetasan telur dengan melakukan perkawinan/pembuahan terlebih dahulu).

Pada kondisi perairan yang tidak menguntungkan, individu betina menghasilkan telur istirahat atau *ephipium* yang akan segera menetas pada saat kondisi perairan sudah baik kembali. *Moina* sp. mulai menghasilkan anak setelah berumur empat hari dengan jumlah anak selama hidup sekitar 211 ekor. Setiap kali beranak rata-rata berselang 1,25 hari; dengan rata-rata jumlah anak sekali keluar 32 ekor/hari, sedangkan umur hidup *Moina* sp. adalah sekitar 13 hari.

*Moina* sp. biasa hidup pada perairan yang tercemar bahan organik, seperti pada kolam dan rawa. Pada perairan yang banyak terdapat kayu busuk dan kotoran hewan, *Moina* sp. akan tumbuh dengan baik pada perairan yang mempunyai kisaran suhu antara 14-30°C dan pH antara 6,5-9. Jenis makanan yang baik untuk pertumbuhan *Moina* sp. adalah bakteri. Untuk menangkap mangsa, *Moina* sp. akan menggerakkan alat tambahan pada bagian mulut, yang menyebabkan makanan terbawa bersama aliran air ke dalam mulut.

Analisis kualitas air ini perlu dilakukan untuk mengetahui kondisi media budidaya yang baik dan layak bagi organisme akuatik khususnya budidaya ikan hias di balai ini. Organisme akuatik memiliki kisaran toleransi tertentu terhadap kondisi lingkungan untuk dapat bertahan hidup. Kondisi lingkungan yang buruk dan terlalu ekstrim dapat menyebabkan kematian organisme yang bersangkutan.

Pada umumnya, analisis kadar pH ini mengacu pada metode acuan SNI 06-6989.11-2004 dan analisis kadar amonia mengacu pada SNI 06-6989.30-2005. Metode ini merupakan metode analisis yang terstandarisasi untuk pengujian pH dan amonia dengan menggunakan pH meter dan spektrofotometer. Hasil analisis dibandingkan dengan baku mutu perairan untuk perikanan yang tertuang dalam Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 yaitu sebesar 6-9. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kadar pH dan amonia terhadap pengaruh pH awal pada populasi *Kladosera* (*Moina* sp.) dengan metode SNI 06-6989.11-2004 untuk uji kadar pH dan SNI 06-6989.30-2005 untuk uji kadar amonia di laboratorium uji kualitas air Balai Riset Budidaya Ikan Hias (BRBIH), Depok.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan dan alat

Alat dan bahan yang digunakan pada pengujian kadar pH adalah larutan penyangga pH 4, larutan penyangga pH 7, larutan penyangga pH 10, akuades, pH meter dengan perlengkapannya, botol sampel, dan tissue.

Sedangkan alat dan bahan yang digunakan pada pengujian amonia adalah spektrofotometer, erlenmeyer 50 mL, pipet volumetrik ukuran 1 mL, dan pipet ukur 10 mL.

Larutan penyangga digunakan untuk proses kalibrasi pH meter, akuades digunakan untuk membilas elektrode, pH meter digunakan untuk mengukur derajat keasaman (pH), botol sampel digunakan untuk menempatkan sampel, dan tissue digunakan untuk mengeringkan pH meter. Sedangkan spektrofotometer untuk mengukur kadar amonia dalam sampel, erlenmeyer digunakan untuk wadah sampel, pipet volumetrik dan pipet ukur digunakan untuk memipet larutan analisa amonia.

### Metode Pelaksanaan

Pengukuran kadar pH dan amonia pada sampel air menggunakan alat pH meter dan spektrofotometer pada populasi *kladosera* dilakukan pada tanggal 25 September-09 Oktober 2017. Analisis ini dilakukan di Laboratorium Uji Kualitas Air Balai Riset Budidaya Ikan Hias, Depok sebanyak 4 kali yaitu hari ke-0, ke-1, ke-7, dan hari ke-14.

Prinsip pengukuran kadar pH menurut SNI 06-6989.11-2004 adalah pengukuran pH berdasarkan pengukuran aktifitas ion hidrogen secara potensiometri/elektrometri dengan menggunakan pH meter. Sedangkan prinsip pengukuran kadar amonia menurut SNI 06-6989.30-2005 adalah penentuan kadar amonia dengan spektrofotometer secara fenat dalam contoh air dan air limbah pada kisaran 0,1 mg/L-0,6 mg/L  $\text{NH}_3\text{-N}$  pada panjang gelombang 640 nm.

### Prosedur Pengukuran pH dengan Alat pH Meter

#### Persiapan pengujian

- Melakukan kalibrasi alat pH-meter dengan larutan penyangga sesuai instruksi kerja alat setiap kali akan melakukan pengukuran.
- Untuk sampel uji yang mempunyai suhu tinggi, contoh uji dikondisikan sampai suhu kamar.

#### Prosedur pengujian sampel

- Elektrode dikeringkan dengan kertas tisu selanjutnya elektroda dibilas dengan air suling.
- Kemudian elektrode dibilas dengan contoh uji.
- Elektrode dicelupkan ke dalam sampel sampai pH meter menunjukkan pembacaan yang tetap.
- Hasil pembacaan skala atau angka pada tampilan dari pH meter dicatat.

## Prosedur Pengukuran Amonia dengan Alat Spektrofotometer

### Prosedur pengujian sampel

- Sampel di pipet sebanyak 25 mL dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer 50 mL.
- Kemudian sampel ditambahkan 1 mL larutan fenol dan dihomogenkan.
- Kemudian ditambahkan 1 mL natrium nitroprusid dan dihomogenkan
- Kemudian ditambahkan 2,5 mL larutan pengoksidasi dan dihomogenkan.
- Erlenmeyer ditutup dengan plastik atau parafin film.
- Sampel dibiarkan selama 1 jam untuk pembentukan warna.
- Kemudian sampel dimasukkan ke dalam kuvet pada alat spektrofotometer, dibaca dan dicatat serapannya pada panjang gelombang 640 nm

### HASIL DAN BAHASAN

Hasil pengukuran kadar pH dan amonia pada sampel air menggunakan alat pH meter dan spektrofotometer pada populasi *Kladosera* dilakukan pada tanggal 25 September - 09 Oktober 2017 di Laboratorium Uji Kualitas Air Balai Riset Budidaya Ikan Hias Depok sebanyak 4 kali yaitu hari ke-0, ke-1, ke-7, dan hari ke-14 adalah sebagai berikut (Tabel 1).

Hasil pengukuran kadar pH dan amonia pada sampel air dalam populasi *kladosera* menggunakan pH meter dan spektrofotometer yang dilakukan pada tanggal 25 September - 09 Oktober 2017 di Laboratorium Uji Kualitas Air Balai Riset Budidaya Ikan Hias Depok pada Tabel 1. Pengukuran dilakukan pada sebanyak 4 kali yaitu hari ke-0, ke-1, ke-7, dan hari ke-14 serta dilakukan pada 6 perlakuan yaitu untuk kode A dengan ph awal 5, kode B ph awal 6, kode C ph awal 7, kode

D ph awal 8, kode E ph awal 9, dan kode F ph awal 10. Hasil yang diperoleh adalah nilai yang fluktuatif (berubah-ubah) pada pengukuran pH dan pada pengukuran amonia cenderung meningkat dari analisa pertama hingga analisa kelima karena kondisi air yang semakin kotor.

Derajat keasaman atau pH merupakan suatu indeks kadar ion hidrogen ( $H^+$ ) yang mencirikan keseimbangan asam dan basa. Derajat keasaman suatu perairan, baik tumbuhan maupun hewan sehingga sering dipakai sebagai petunjuk untuk menyatakan baik atau buruknya suatu perairan (Odum, 1971). Nilai pH juga merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi produktivitas perairan (Pescod, 1973). Nilai pH pada suatu perairan mempunyai pengaruh yang besar terhadap organisme perairan sehingga seringkali dijadikan petunjuk untuk menyatakan baik buruknya suatu perairan (Odum, 1971). Biasanya angka pH dalam suatu perairan dapat dijadikan indikator dari adanya keseimbangan unsur-unsur kimia dan dapat mempengaruhi ketersediaan unsur-unsur kimia dan unsur-unsur hara yang sangat bermanfaat bagi kehidupan vegetasi akuatik. Tinggi rendahnya pH dipengaruhi oleh fluktuasi kandungan  $O_2$  maupun  $CO_2$ . Tidak semua mahluk bisa bertahan terhadap perubahan nilai pH, untuk itu alam telah menyediakan mekanisme yang unik agar perubahan tidak terjadi atau terjadi tetapi dengan cara perlahan (Sary, 2006).

Amonia ( $NH_3$ ) merupakan senyawa nitrogen yang menjadi  $NH_4^+$  pada pH rendah dan disebut amonium. Amonia sendiri berada dalam keadaan tereduksi (-3). Amonia dalam air permukaan berasal dari air seni dan tinja, juga dari oksidasi zat organik ( $H_aO_bC_cN_d$ ) secara mikrobiologis yang berasal dari air alam atau air buangan industri dan penduduk. Air tanah hanya mengandung sedikit  $NH_3$ , karena  $NH_3$  dapat menempel pada butir-butir tanah liat selama infiltrasi air ke dalam

Tabel 1. Hasil pengukuran kadar pH dan amonia pada populasi kladosera

Hari ke-	Kode Sampel	A1	A2	B1	B2	C1	C2	D1	D2	E1	E2	F1	F2
0	pH	5,34	5,31	6,02	6,17	7,24	7,13	8,39	8,16	9,01	9,07	10,11	10,14
	Amonia	ND	ND										
1	pH	5,92	5,81	6,35	6,56	7,44	7,58	8,12	8,35	9,11	9,48	9,62	9,88
	Amonia	0,02	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03
7	pH	6,07	6,01	6,55	6,70	7,02	7,08	7,88	7,93	8,56	8,61	9,03	9,11
	Amonia	0,03	0,04	0,04	0,04	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,04	0,04
14	pH	6,76	7,29	7,85	8,00	7,63	7,88	7,51	7,79	7,55	7,89	8,02	7,77
	Amonia	0,07	0,10	0,09	0,09	0,08	0,08	0,09	0,08	0,07	0,09	0,09	0,07

Ket: ND: *Not detected*  
Amonia: satuan mg/L

tanah dan sulit terlepas dari butir-butir tanah liat tersebut. Kadar amonia yang tinggi pada air sungai selalu menunjukkan adanya pencemaran. Pada air minum kadarnya harus nol dan pada air sungai harus di bawah 0,5 mg/L (syarat mutu air sungai di Indonesia).

Ada tiga bentuk nitrogen di alam, pertama adalah udara dalam bentuk gas, kedua adalah senyawa anorganik (nitrat, nitrit, amoniak), dan ketiga adalah senyawa organik (protein, urea, dan asam nukleik). Nitrogen terbanyak di udara, 78% volume udara adalah nitrogen (Sastrawijaya, 1991).

Amonia banyak terkandung dalam limbah cair, baik limbah domestik, limbah pertanian, maupun limbah dari pabrik, terutama pabrik pupuk nitrogen (Bonnin *et al.*, 2008). Limbah cair dari pabrik amonia mengandung amonia sampai 1.000 mg/L limbah, pabrik amonium nitrat mengeluarkan limbah cair dengan kandungan amonia sebesar 2500 mg/L, sedangkan limbah peternakan dan rumah tangga mengandung amonia dengan konsentrasi antara 100-250 mg/L. Konsentrasi amonia di atas 0,11 mg/L akan menimbulkan risiko gangguan pertumbuhan pada semua spesies ikan. Oleh karena itu keberadaan amonia di dalam air limbah sangat dibatasi. Negara-negara Eropa membatasi kandungan amonia di dalam air limbah maksimum 0,5 mg/L, sedangkan negara-negara Amerika 0,77 mg/L (Jorgensen, 2002).

Amonia dalam bentuk  $\text{NH}_3$  bersifat lebih beracun terhadap ikan daripada dalam bentuk ion  $\text{NH}_4^+$ . Pada pH rendah, konsentrasi amonia hampir dapat diabaikan karena sangat kecil. Amonia juga berpengaruh terhadap BOD dalam air. Bakteri nitrifikasi membutuhkan oksigen terlarut yang cukup besar untuk mengubah  $\text{NH}_3$  menjadi  $\text{NO}_3^-$ , yaitu 4,4 mg  $\text{O}_2$  untuk tiap 1 mg  $\text{NH}_3$ . Konsentrasi oksigen pada umumnya 8 mg/L, sementara ikan memerlukan sekurang-kurangnya 5 mg/L. Oleh karena itu, jelas bahwa keberadaan  $\text{NH}_3$  dalam air limbah, bukan hanya meracuni biota air, tetapi juga menurunkan BOD. Ion  $\text{NH}_4^+$  dalam air limbah akan mengalami degradasi menjadi nitrit dan nitrat ( $\text{NO}_2^-$  dan  $\text{NO}_3^-$ ). Nitrat dalam air limbah akan merangsang pertumbuhan lumut dan tumbuhan lain seperti enceng gondok sampai tingkat tak terkendali (Yan *et al.*, 2009). Sementara itu keberadaannya dalam air minum akan menyebabkan methemoglobinemia pada bayi dan dapat membentuk senyawa nitrosamine yang bersifat karsinogenik (Jorgensen, 2002).

Amonia yang terukur di perairan berupa amonia total ( $\text{NH}_3$  dan  $\text{NH}_4^+$ ). Amonia bebas tidak dapat terionisasi, sedangkan amonium ( $\text{NH}_4^+$ ) dapat terionisasi. Amonia bebas ( $\text{NH}_3$ ) yang tidak terionisasi bersifat toksik terhadap organisme akuatik. Toksisitas

terhadap organisme akuatik akan meningkat jika terjadi penurunan kadar oksigen terlarut, pH dan suhu. Avertebrata air lebih toleran terhadap toksisitas amoniak daripada ikan (Effendi, 2003).

Di perairan alami pada suhu dan tekanan normal amonia dalam bentuk gas dan membentuk kesetimbangan dengan ion amonium. Selain terdapat dalam bentuk gas amonia juga membentuk kompleks dengan beberapa ion logam. Amonia juga dapat terserap ke dalam bahan-bahan tersuspensi dan koloid sehingga mengendap di dasar perairan. Amonia di perairan dapat menghilang melalui proses volatilisasi karena tekanan parsial amoniak dalam larutan meningkat dengan semakin meningkatnya pH. Amonia dan garam-garamnya bersifat mudah larut dalam air. Amonia banyak digunakan dalam proses produksi urea, industri bahan kimia serta industri bubur dan kertas (pulp & paper). Tinja dari biota akuatik yang merupakan limbah aktivitas metabolisme juga banyak mengeluarkan amoniak. Sumber amonia yang lain adalah reduksi gas nitrogen yang berasal dari proses difusi udara atmosfer, limbah industri dan kosmetik. Amonia yang terukur di perairan berupa amoniak total ( $\text{NH}_3$  dan  $\text{NH}_4^+$ ). Amonia bebas tidak dapat terionisasi (amonia) sedangkan amonium ( $\text{NH}_4^+$ ) dapat terionisasi. Persentase amonia meningkat dengan meningkatnya nilai pH dan suhu perairan. Pada pH 7 atau kurang, sebagian besar amonia akan mengalami ionisasi. Sebaliknya pada pH lebih besar dari 7 amoniak tak terionisasi yang bersifat toksik terdapat dalam jumlah yang lebih banyak. Amonia bebas yang tak terionisasi bersifat toksik terhadap organisme akuatik. Toksisitas amoniak terhadap organisme akuatik akan meningkat jika terjadi penurunan kadar oksigen terlarut, pH, dan suhu (Effendi, 2003). Gas amonia adalah larut dalam air, bereaksi dengan air membentuk amonium hidroksida. Oleh karena ionisasi ini dalam air membentuk  $\text{NH}_4^+, \text{OH}^-$ , pada pH tinggi, gas amonia bebas ada dalam bentuk tak terionisasi. Pada pH dari pasokan air pada umumnya, amonia secara sempurna diionisasi.

Dalam percobaan yang dilakukan, diperoleh nilai pH awal 5-10 yang menuju ke pH netral sekitar 6-8,0 yang diiringi dengan naiknya kadar amonia dalam sampel air tersebut. Ketika hari ke-0 dan ke-1 air masih bersih, jernih dan tidak berbau, namun pada hari ke-7 dan ke-14 air sudah mulai berwarna menguning dan memiliki bau yang menyengat. *Kladoseira* yang terdapat di air tersebut pun semakin berkurang karena kondisi air yang semakin tercemar. Kemungkinan ketika kadar pH yang tidak stabil dan kadar amonia yang meningkat dapat menyebabkan organisme yang hidup pada populasi tersebut bisa terancam bahkan bisa menimbulkan kematian. Apalagi

ada beberapa wadah populasi *Kladoseira* yang langsung terpapar cahaya matahari sehingga mempercepat penecemaran pada air tersebut.

Derajat keasaman dan kadar amonia ini sangat penting sebagai parameter kualitas air karena ia mengontrol tipe dan laju kecepatan reaksi beberapa bahan di dalam air. Selain itu *Kladoseira* dan makhluk-makhluk akuatik lainnya hidup pada selang pH tertentu, sehingga dengan diketahuinya nilai pH maka akan diketahui apakah air tersebut sesuai atau tidak untuk menunjang kehidupan mereka. Fluktuasi pH dan meningkatnya kadar amonia air sangat ditentukan oleh alkalinitas air tersebut. Apabila alkalinitasnya tinggi maka air tersebut akan mudah mengembalikan pH-nya ke nilai semula, dari setiap "gangguan" terhadap perubahan pH. Dengan demikian kunci dari penurunan pH terletak pada penanganan alkalinitas dan tingkat kesadahan air. Apabila hal ini telah dikuasai maka penurunan pH akan lebih mudah dilakukan. Sedangkan untuk kadar amonia harus diperhatikan kebersihan wadah yang digunakan serta intensitas cahaya matahari yang menyebabkan pencemaran air secara cepat dan meningkatnya kadar amonia dalam air tersebut.

#### KESIMPULAN

Dari hasil analisis, diperoleh kadar pH dan amonia pada sampel air dalam pada populasi *Kladoseira* berkisar

antara 6-8,5 dan 0,02-0,1 mg/L. Hasil analisis ini masih dalam rentang yang ditentukan dibandingkan dengan Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 yaitu kelas II untuk perikanan budidaya air tawar.

#### DAFTAR ACUAN

- Bachtiar, Y. (2005). Mencegah Hias Koki Mudah Mati. Jakarta: AgroMedia Pustaka.
- Bonnin, E.P., Biddinger, E.J., & Botte, G.G. (2008). "Effect of Catalyst on Electrolysis of Ammonia Effluents", *Journal of Power Sources*, 182, 284-290.
- Effendi, H. (2003). *Telaah Kualitas Air*, Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Jorgensen, T.C. (2002), "Removal of Ammonia from Wastewater by Ion Exchange in the Presence of Organic Compounds", Master Thesis, University of Canterbury, Christchurch, Australia.
- Mergel, M. (2011). Nonylphenol and Nonylphenol Ethoxylates. <http://www.toxipedia.org/display/toxipedia/Nonylphenol+and+Nonylphenol+Ethoxylates>. Dikunjungi 5 Maret 2016.
- Odum, E.P. (1971). *Fundamental of Ecology*. W.B. Saunders Company. Philadelphia, London.
- Pescod, M.B. (1973). *Investigation of Rational Effluent and Stream Standard for Tropical Countries*. AIT, London.
- Sary. (2006). *Bahan Kuliah Manajemen Kualitas Air*. Politeknik Yedca. Cianjur.