



LAPORAN AKHIR
PROGRAM KREATIVITAS MAHASISWA
EFEKTIVITAS BIVALVIA SEBAGAI BIOREMEDIATOR
POLUTAN PERAIRAN: Studi Kasus Waduk Situ Gede Bogor
BIDANG KEGIATAN:
PKM-PENELITIAN

Diusulkan oleh:

Endar Widiah Ningrum (G34110015/2011)

Ilma Romandani (G44110012/2011)

Lety Gayatri (E24110071/2011)

Zalfa Qurrata A'yun (G14110036/2011)

Ika Yunia Ulfah (B04130150/2013)

INSTITUT PERTANIAN BOGOR

BOGOR

2014

PENGESAHAN LAPORAN KEMAJUAN PKM-PENELITIAN

1. Judul Kegiatan : EFEKTIVITAS BIVALVIA SEBAGAI BIOREMEDIATOR POLUTAN PERAIRAN: Studi Kasus Waduk Situ Gede Bogor.
1. Bidang Kegiatan : PKM-P
2. Ketua Pelaksana Kegiatan :
- a. Nama Lengkap : Endar Widiah Ningrum
- b. NIM : G34110015
- c. Jurusan : Biologi
- d. Universitas/Institut/Politeknik : Institut Pertanian Bogor
- e. Alamat Rumah dan No. Tel/Hp : Wisma Oryza Rt. 02 Babakan Tengah Dramaga Bogor Jawa Barat./087770046813
- f. Alamat email : endarwn11s@apps.ipb.ac.id
3. Anggota Pelaksana Kegiatan/Penulis : 4 orang
4. Dosen Pendamping :
- a. Nama Lengkap dan Gelar : Ir. Tri Heru Widarto, M.Sc
- b. NIDN : 0013056207
- c. Alamat Rumah dan No Tel/HP: 081282135643
5. Biaya Kegiatan Total :
- a. Dikti : Rp9.000.000,-
- b. Sumber lain : -
6. Jangka Waktu Pelaksanaan : 3 bulan

Bogor, 23 Juni-2014

Menyetujui,

Ketua Departemen Biologi

(Dr. Ir. Iman Rusmana, M.Si)

NIP/NIK. 196507201991031002

Ketua Pelaksana

(Endar Widiah Ningrum)

NIM. G34110015



Wakil Rektor Bidang Akademik
dan Kemahasiswaan

(Prof. Dr. Ir Yenny Koesmarvono, Ms.)

NIP/NIK. 19581228 19858 31003

Dosen Pendamping

(Ir. Tri Heru Widarto, M.Sc)

NIP/NIK. 19620513 19870 31000

RINGKASAN

Bioremediator dari jenis makrobentos seperti bivalvia dapat digunakan untuk mengurangi kadar polutan di perairan. Penjerapan polutan oleh bivalvia dilakukan dengan mekanisme *filter feeder*, yaitu proses untuk memperoleh makanan dengan cara menyaring cairan yang berada di luar cangkang. Bersama dengan makanan yang tersaring, terakumulasi pula bahan pencemar organik, anorganik, hingga logam berat.

Penelitian ini menggunakan kombinasi moluska jenis bivalvia untuk menyaring dan mengakumulasi polutan yang terdapat di air, yaitu Kijing Taiwan (*Anodonta woodiana* Lea) dan kijing lokal (*Pilsbryconcha exilis*). Kedua jenis ini dipilih karena kelimpahan serta penyebarannya luas, terutama di daerah Bogor. Dengan demikian penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat keefektifan dari kombinasi kedua jenis kijing sebagai bioremediator perairan dalam studi kasus Waduk Situ Gede, Bogor.

Metode yang digunakan di dalam mengambil data adalah dengan membuat 4 stasiun untuk kijing Taiwan dengan 3 perlakuan dan 1 kontrol untuk setiap stasiun. Kombinasi kijing yang digunakan adalah Kijing Taiwan dan kijing lokal dengan perbandingan berikut: perlakuan 1 (40:60), perlakuan 2 (45:45), perlakuan 3 (60:40). Alasan penentuan jumlah kijing diasumsikan pada daya penjerapan polutan yang berbanding lurus dengan bobot kijing. Sedangkan perbandingan ditentukan dengan asumsi bahwa terdapat beda nyata antara perlakuan 1 dengan lainnya. Indikator yang digunakan adalah pengukuran terhadap parameter kualitas air yang meliputi kadar DO, kesadahan, pH, BOD, COD, kandungan logam Fe, Cu, Mn, dan Cd. Analisis data menggunakan Sas dan Minitab dengan variabel yang diamati adalah kondisi air sebelum dan sesudah diberikan perlakuan, serta perbandingan kijing yang digunakan antara perlakuan satu dengan yang lainnya. Simpulan hasil penelitian ini menunjukkan kombinasi antara Kijing Taiwan dan kijing lokal yang paling efektif menurunkan kadar polutan pada air waduk.

Kata kunci: bioremediator, bivalvia, efektivitas

Daftar Isi

Lembar Pengesahan	ii
RINGKASAN.....	iii
I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah.....	1
1.3 Tujuan	2
1.4 Luaran yang Diharapkan.....	2
1.5 Kegunaan	2
II. TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Perkembangan Teknologi Bioremediator dengan Bivalvia.....	3
2.2 Parameter Kualitas Air.....	3
2.3 Waduk Situ Gede	3
III. METODE PENDEKATAN.....	4
3.1 Prosedur Penelitian	4
3.2 Analisis Data.....	4
IV. PELAKSANAAN PROGRAM.....	5
4.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan	5
4.2 Tahapan Pelaksanaan	5
4.3 Instrumen Pelaksanaan	5
4.4 Rekapitulasi Rancangan dan Anggaran Biaya.....	5
V. HASIL DAN PEMBAHASAN	6
5.1 Pengukuran Terhadap Parameter Kualitas Air	6
5.1.1 Pengukuran terhadap Parameter Oksigen Terlarut (DO)	6
5.1.2. Pengukuran terhadap Parameter Kesadahan	6
5.1.3 Pengukuran terhadap Parameter pH.....	7
5.1.4 Pengukuran terhadap Parameter Bahan Organik Terlarut BOD ₅	8
5.1.5 Pengukuran terhadap Parameter <i>Chemical Oxygen Demand</i> (COD) terlarut.....	8
5.1.6 Pengukuran terhadap Kadar Kadmium (Cd) terlarut	9
5.1.7 Pengukuran terhadap Kadar Tembaga (Cu) Terlarut	10
5.1.8 Pengukuran terhadap Kadar Besi (Fe) Terlarut	10
5.1.9 Pengukuran terhadap Kadar Mangan (Mn) Terlarut	11
VI. KESIMPULAN DAN SARAN	12
6.1 Kesimpulan	12
6.2 Saran	12
VII. DAFTAR PUSTAKA	13
Lampiran.....	15

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Pencemaran perairan sudah menjadi masalah yang mengkhawatirkan di Indonesia. Pencemaran ini dapat disebabkan oleh adanya limbah domestik seperti limbah rumah tangga, limbah pabrik, kegiatan pertambangan, dan limbah pertanian (Gintings 1995). Yatim (1996) dalam Wilda (1999) menyebutkan, limbah yang masuk ke perairan ini dapat menyebabkan terganggunya keseimbangan ekosistem, daya guna air yang menjadi terbatas, hingga masalah kesehatan masyarakat. Polutan yang ditemukan di dalam air yang telah tercemar pun beragam, mulai dari limbah organik, limbah anorganik, hingga logam berat seperti kadmium, timbal, seng. Polutan ini dapat membahayakan apabila terakumulasi pada tanaman dan hewan ternak melalui penggunaan air yang tercemar.

Penelitian yang dilakukan terhadap bioremediator perairan selama ini telah berhasil dilakukan dalam skala laboratorium dan kolam-kolam percobaan. Salah satunya adalah percobaan yang dilakukan oleh Adji (2006) untuk menurunkan kadar natrium dan logam berat pada tanah yang tercemar adalah dengan menggunakan bioremediator dari jenis vegetasi enceng gondok, mendong (*Fimbristylis globulosa*), akar wangi (*Vertiveria zizanioid*), dan haramay (*Boehmeria nivea* Gaud). Hasil percobaan pada skala laboratorium menunjukkan hasil signifikan untuk menurunkan kandungan logam berat Pb, Cd, dan Cr, sementara hasil percobaan di lapang tidak memberikan pengaruh berbeda nyata. Adapun hasil penelitian yang telah dapat diterapkan di lapang masih dalam tahap mengetahui dan menemukan jenis-jenis organisme baru yang dapat digunakan sebagai biofilter maupun bioindikator. Seperti yang telah dilakukan oleh Bian *et al* (2008), menyimpulkan bahwa Kijing Taiwan dapat menjadi bioindikator unik untuk mengontrol polutan berupa HCH dan DDT di lingkungan sungai. Dengan demikian diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui efektifitas penggunaan organisme biologis

sebagai bioremediator di dalam suatu habitat.

Penelitian ini menggunakan kelompok bivalvia sebagai bioremediator perairan. Telah diketahui bahwa kelompok kerang-kerangan mampu mengakumulasi polutan di air. Kelompok bivalvia merupakan organisme *filter feeder*, yaitu kelompok organisme yang mendapatkan makanan dengan cara menyaring bahan-bahan tersuspensi di dalam air maupun yang terdeposit dalam sedimen. Anggota kelompok ini memiliki ragam jenisnya, diantaranya dibedakan berdasar pada habitat dan ciri-ciri morfologi. Prihatini (1999) melaporkan bahwa ditemukan dua jenis bivalvia di beberapa Situ Kabupaten dan Kotamadya Bogor, yaitu Kijing Taiwan (*Anodonta woodiana*) dan kijing lokal (*Pilsbryconcha exilis*).

1.2 Rumusan Masalah

Kerang air tawar sejak lama telah digunakan sebagai bioindikator pencemaran lingkungan. Penelitian oleh Jian *et al* (2005) menyebutkan bahwa Kijing Taiwan mampu menjadi bioindikator terhadap logam berat berupa Zn, Cu, Pb, As, dan Cd. Selain itu Kijing Taiwan digunakan pula sebagai biomonitor pencemaran perairan oleh herbisida glifosfat (Sidhi 1998). Adapun jenis kijing lokal digunakan sebagai bioindikator terhadap pencemaran logam berat merkuri, timbal, dan kadmium (Sembiring 2009). Karakteristik pembeda dari masing-masing spesies dapat menjadi ciri khas dalam menyerap jenis polutan tertentu.

Penelitian di bidang bioremediator polutan perairan dengan menggunakan kerang air tawar mulai berkembang di Indonesia pada tahun 1998 oleh peneliti Purnomo dari Universitas Gadjah Mada. Kerang air tawar yang digunakan adalah kerang hijau (*Mytilus viridis* L.) dan kerang darah (*Anadara granosa* L.) (Purnomo 1998). Adapun penelitian terhadap jenis Kijing Taiwan baru mulai dilakukan akhir tahun 1998, dan kijing lokal sekitar tahun 2009. Namun penelitian ini masih banyak dilakukan di laboratorium atau kolam-kolam percobaan. Sedangkan implementasinya

pada kondisi lapang belum dilakukan secara signifikan. Dengan demikian penelitian terhadap tingkat efektivitas Kijing Taiwan dan kijing lokal dalam menyerap polutan di perairan perlu dilakukan.

Sementara itu keragaman jenis kerang-kerangan dapat dimanfaatkan untuk menyerap jenis polutan tertentu. Untuk kondisi pencemaran perairan di Indonesia yang relatif kompleks, dapat dikembangkan suatu teknik bioremediasi dengan kombinasi dari beberapa jenis kerang. Jenis kerang yang digunakan disesuaikan dengan kondisi polutan yang terkandung di perairan. Oleh karena itu perlu dilakukan pengujian terhadap jenis dan kadar polutan terlarut. Sedangkan untuk mengetahui efektivitas penggunaan kerang sebagai bioremediator, perlu dilakukan penelitian terhadap jumlah, dan kombinasi kerang yang digunakan. Tingkat efektivitas ini diketahui melalui sampel air yang paling rendah kadar polutannya setelah diberikan perlakuan berupa kombinasi kerang dengan perbandingan tertentu.

1.3 Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat efektivitas dari kombinasi jenis bivalvia sebagai bioremediator polutan perairan di dalam studi kasus Waduk Situ Gede, Bogor.

1.4 Luaran yang Diharapkan

Melalui penelitian ini diharapkan dapat diketahui tingkat efektivitas kijing sebagai bioremediator dari polutan di perairan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai bioremediator air pada waduk. Selain itu luaran dari penelitian ini berupa artikel ilmiah pada jurnal ilmiah terakreditasi.

1.5 Kegunaan

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai masukan bagi petani dan pengelola paguyuban kelompok tani serta para pengambil kebijakan di dalam usaha rehabilitasi lahan pertanian tercemar oleh polutan air Waduk Situ Gede. Dengan demikian penelitian ini diharapkan dapat menjadi usaha preventif untuk mengurangi dampak negatif dari terjerapnya polutan

tersebut oleh tanaman pangan. Selain itu penggunaan agen biologis ini diharapkan mampu diterapkan untuk mendapatkan air bersih yang dapat digunakan untuk memasok kebutuhan air keramba ikan dan pemenuhan kebutuhan harian warga.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Perkembangan Teknologi Bioremediator dengan Bivalvia

Organisme hidup yang dapat digunakan sebagai bioremediator harus memenuhi persyaratan antara lain: penyebarannya luas secara geografis, mempunyai toleransi ekologis, jumlah melimpah, dan populasinya stabil (Klein dan Altmeyer 1992). Organisme yang digunakan pada penelitian ini merupakan kelompok bivalvia yaitu: Kijing Taiwan (*Anodonta woodiana*) dan kijing lokal (*Pilsbryconcha exilis*). Kedua jenis ini dipilih karena kelimpahannya di daerah Bogor termasuk tinggi (Prihatini 1999).

Publikasi ilmiah tentang potensi bivalvia sebagai bioremediator telah diketahui di dunia Internasional. Penelitian oleh Uno *et al* (2000) menyebutkan bahwa akumulasi pestisida pada Kijing Taiwan terdapat pada bagian liver dan gonad. Hal tersebut disebabkan oleh cairan mantel dari Kijing Taiwan yang bersifat hiperosmotik (34 mOsm) menurut penelitian Matshushima dan Yoichi (1982). Konsentrasi osmotik dan ion dalam darah secara signifikan lebih tinggi dibandingkan konsentrasi osmotik pada cairan mantel. Dengan demikian dapat dijelaskan bahwa Kijing Taiwan mampu mengakumulasi bahan pencemar di dalam tubuhnya.

Hasil penelitian Jian *et al* (2005) menyebutkan bahwa Kijing Taiwan mampu menjadi bioindikator terhadap logam berat berupa Zn, Cu, Pb, As, dan Cd. Selain sebagai bioindikator, Kijing Taiwan dapat pula menjadi bioakumulator polutan dari jenis pestisida. Kemudian hasil penelitian Bian *et al* (2008) menunjukkan bahwa Kijing Taiwan dapat menjadi bioindikator unik untuk mengontrol polutan berupa HCH dan DDT di lingkungan sungai. Sedangkan Mahmoud (2013) menggunakan hewan dari kelompok moluska untuk melihat adanya akumulasi logam berat di dalam tubuh makrobentos ini. Sebelumnya, Orlova (2004) telah meneliti kelompok kerang-kerangan (Bivalvia: Dreissenidae) dan

menyimpulkan bahwa kelompok ini mampu menjadi biofilter bagi wilayah perairan.

Penelitian yang dilakukan oleh Sembiring (1999) menyimpulkan bahwa kijing lokal pun dapat menjerap polutan dari jenis logam berat seperti merkuri, timbal, dan kadmium. kijing lokal berpotensi di dalam memfilter bahan-bahan organik seperti yang telah diteliti oleh Nugroho (2006) dan Sulistiawan (2007). Puspangsih (2011) kemudian mengungkapkan tentang efisiensi kijing lokal di dalam menjerap kandungan N dan P. Dengan demikian mekanisme *filter feeder* dari kijing lokal dapat dimanfaatkan untuk menjerap polutan perairan khususnya bahan-bahan organik dan juga logam berat merkuri, timbal, serta kadmium.

2.2 Parameter Kualitas Air

Kadar polutan terlarut di perairan dapat diketahui dengan pengamatan terhadap parameter kualitas air. Parameter yang digunakan adalah kadar DO, kesadahan, pH, BOD, COD, kandungan Fe, Cu, Mn, dan Cd. Adapun standar baku mutu air yang digunakan adalah Peraturan Pemerintah No. 82 tahun 2001 dan Peraturan Menteri No. 03 tahun 2010.

2.3 Waduk Situ Gede

Waduk Situ Gede merupakan sumber pengairan lahan pertanian, pemasok air bagi kolam ikan di sekitar Situ, dan digunakan sebagai pemenuhan kebutuhan air warga. Penelitian yang dilakukan oleh Sembiring (2009), berhasil mengetahui rata-rata pencemaran kijing lokal oleh logam berat selama 2 periode yaitu 1,34 ppm pada kijing kecil dan 1,44 ppm pada kijing besar. Lokasi Waduk Situ Gede merupakan sarana rekreasi, sehingga sampah sebagai salah satu bahan pencemar perairan bertambah jumlahnya di lokasi ini. Dengan demikian dampak pencemaran air dapat membahayakan kesehatan masyarakat apabila penggunaannya dilakukan terus menerus secara kontinyu.

III. METODE PENDEKATAN

3.1 Prosedur Penelitian

Penelitian dilakukan langsung di lapang, yaitu di Waduk Situ Gede, Bogor. Metode pemasangan stasiun kijing dilakukan dengan pembagian rancangan acak kelompok (*Randomize Block Design*). Stasiun percobaan ada pada bagian pinggir-depan dan pinggir-belakang waduk. Percobaan ini dibagi menjadi 2 lokasi dengan masing-masing lokasi terdapat 3 stasiun. Setiap stasiun diberikan kombinasi kijing dengan perbandingan berbeda. Kombinasi kijing yang digunakan adalah Kijing Taiwan dan kijing lokal dengan perbandingan berikut: stasiun 1 (60:30), stasiun 2 (45:45), stasiun 3 (30:60). Alasan penentuan jumlah kijing diasumsikan pada daya penjerapan polutan yang berbanding lurus dengan bobot kijing (Maulana 2007). Oleh karena itu, penentuan kombinasi kedua kijing tersebut dilakukan dengan berdasarkan jumlah kijing yang berukuran seragam. Sedangkan perbandingan ditentukan dengan asumsi bahwa terdapat beda nyata antara perlakuan 1 dengan lainnya. Berikut desain percobaan dijelaskan dalam bentuk tabel:

Stasiun	Tindakan			
1 (depan)	kontrol	1	2	3
2 (belakang)	kontrol	1	2	3
keterangan:				
	kontrol: tanpa perlakuan			
	1: kombinasi kijing Taiwan:Lokal 60:30			
	2: kombinasi kijing Taiwan:Lokal 45:45			
	3: kombinasi kijing Taiwan:Lokal 30:60			

Teknik pengumpulan data dengan mengukur kadar polutan terlarut pada sampel air yang dilakukan pada awal (sebelum dilakukan pengamatan terhadap kijing) dan setiap satu bulan sekali sesudah diberikan perlakuan kijing. Indikator capaian adalah apabila kadar polutan pada sampel semakin menurun setiap bulannya. Adapun parameter yang digunakan adalah sebagai berikut:

parameter	unit	alat/metode	analisis
Kimia			
DO	mg/l	DO-meter model 5509	Laboratorium
pH	-	indikator universal	Laboratorium
Kesadahan	mg/L CaCO ₃	titrimetrik	Laboratorium
BOD	mg/l	titrimetrik	Laboratorium
COD	mg/l	titrimetrik	Laboratorium
Kandungan Fe	mg/l	AAS Hitachi Z5000	Laboratorium
Kandungan Cu	mg/l	AAS Hitachi Z5000	Laboratorium
Kandungan Cd	mg/l	AAS Hitachi Z5000	Laboratorium
kandungan Mn	mg/l	AAS Hitachi Z5000	Laboratorium

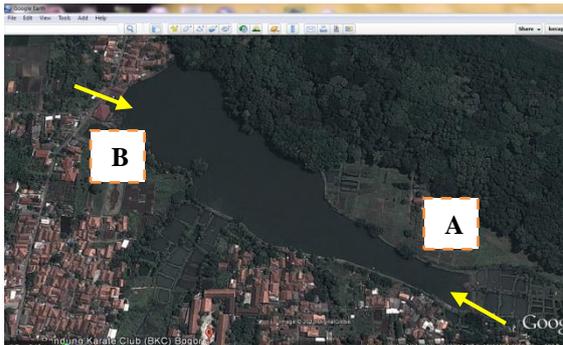
3.2 Analisis Data

Analisis data dengan menggunakan Sas untuk melihat pengaruh masing-masing perlakuan terhadap variabel yang diamati dan dilanjutkan dengan uji-T minitab untuk melihat tingkat epektifitas kombinasi kedua kijing tersebut sebagai bioremediator polutan perairan (Steel dan Torrie 1991). Perlakuan yang diberikan adalah pemberian kijing Taiwan dan kijing lokal. Sementara itu, variabel yang diamati adalah kondisi air sebelum dan sesudah diberikannya perlakuan, serta perbandingan kijing yang digunakan antar perlakuan satu dengan yang lainnya. Simpulan hasil penelitian ini menunjukkan kombinasi antara Kijing Taiwan dan kijing lokal yang paling efektif menurunkan kadar polutan pada air waduk.

IV. PELAKSANAAN PROGRAM

4.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan

Penelitian ini dilakukan dalam waktu 4 bulan, dimulai pada bulan Maret 2014 hingga Juni 2014. Tempat penelitian berlokasi di Waduk Situ Gede di Bogor, Jawa Barat. Titik pengambilan sampel pada lokasi penelitian dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

4.2 Tahapan Pelaksanaan

Tahapan pelaksanaan kegiatan tertera dan dilakukan sesuai jadwal yang diusulkan di dalam proposal PKM-P sebagaimana berikut:

Tabel 3 Jadwal pelaksanaan program penelitian PKM-P

Kegiatan	Feb			Maret				April				Mei				Juni				Juli		
	1	2	3	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3
Usulan proposal	■	■	■																			
Penelitian				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
Uji parameter H0				■																		
Pemasangan keramba																						
Uji parameter H1-H3																						
Analisis data																						
Penyusunan laporan																						
Publikasi artikel ilmiah																						

4.3 Instrumen Pelaksanaan

Bahan dan alat yang digunakan di dalam pelaksanaan penelitian ini adalah Kijing Taiwan (*Anodonta woodiana*) dan kijing lokal (*Pilsbryconcha exilis*) sebanyak 600 kg, sampel air Situ Gede, keramba dari paranet sebanyak 6 buah, dan marka di setiap masing-masing stasiun. Sementara itu, DO meter model DO-5509, analisis logam berat dengan AAS, indikator universal pH, dan

titrimetri digunakan untuk pengujian parameter kualitas air. Analisis data digunakan sas dan uji-T minitab.

4.4 Rekapitulasi Rancangan dan Anggaran Biaya

Rincian dana yang telah dikeluarkan selama berlangsungnya program penelitian ini dilaporkan di dalam catatan harian sebagaimana berikut:

Tabel 4 Rekapitulasi rancangan dan anggaran biaya

Item	Harga (Rp,-)
Bahan utama (Kijing <i>A. Woodiana</i> dan <i>Philsbryconcha</i> sp.) 600 Kg	1.200.000
Paranet untuk keramba	140.000
Biaya pemasangan keramba	200.000
Tambahan kijing 1 karung kijing <i>A. Woodiana</i>	100.000
Uji sampel kontrol dan analisis laboratorium	1.200.000
Logbook	18.800
Laminating marka untuk keramba	15.000
Transportasi (SPBU)	12.000
Biaya keamanan keramba (upah)	300.000
Penambahan kijing ½ karung	50.000
Perbanyak, fotokopi logbook dan laporan kemajuan untuk movev IPB	56.000
Uji sampel H-1 dan analisis laboratorium	1.100.000
Uji sampel H-2 dan analisis laboratorium	1.200.000
Uji sampel H-3 dan analisis laboratorium	1.200.000
Biaya pemakaian bahan untuk keperluan analisis kesadahan, DO, dan pH	700.000
Biaya pengolahan data statistik	100.000
Perbanyak, fotokopi logbook dan laporan kemajuan untuk movev IPB	62.000
Cetak poster dan dokumentasi kegiatan dalam bentuk fotografi	300.000
TOTAL	7.953.800

V. HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Pengukuran Terhadap Parameter Kualitas Air

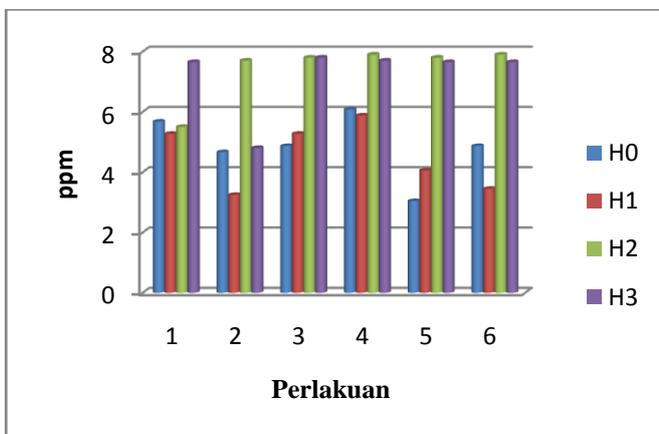
Pengukuran sampel air untuk melihat pengaruh keberadaan kijing telah dilakukan terhadap indikator logam berat, bahan organik terlarut, pH air, kadar oksigen dan karbondioksida terlarut. Pengukuran parameter kualitas air ini dilakukan untuk semua stasiun kijing secara berkala setiap satu bulan sekali. Hasil pengukuran ditampilkan sebagai berikut:

5.1.1 Pengukuran terhadap Parameter Oksigen Terlarut (DO)

Oksigen terlarut (*Dissolve Oxygen*) merupakan kebutuhan dasar bagi organisme aquatik untuk melakukan metabolisme. Kebutuhan oksigen di perairan pada umumnya berkisar antara 8-15 mg/L pada suhu 0-25⁰C. Oksigen terlarut ini diperlukan untuk keberlangsungan proses fisiologi pada makrobentos, kijing. Berikut data yang diperoleh dari hasil pengukuran terhadap DO:

Tabel 5 Data hasil pengukuran terhadap *dissolve oxygen* (DO)

Stasiun	DO (ppm)			
	Kontrol	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3
1A	5,6754	5,2703	5,5000	7,6500
2A	4,6622	3,2432	7,7000	4,8000
3A	4,8648	5,2703	7,8000	7,8000
1B	6,0811	5,8784	7,9000	7,7000
2B	3,0406	4,0541	7,8000	7,6500
3B	4,8648	3,4459	7,9000	7,6500



Grafik 1 Perbandingan perlakuan (stasiun kijing) terhadap konsentrasi DO

Hasil pengukuran terhadap oksigen terlarut menunjukkan fluktuasi peningkatan kadar DO. Grafik di atas menunjukkan kadar DO meningkat pada ulangan H-2 dan H-3, yaitu antara 7-8 ppm pada setiap perlakuan. Peningkatan kadar DO ini menunjukkan bahwa oksigen terlarut pada perairan tersebut melimpah, dengan demikian kijing dapat hidup lebih baik.

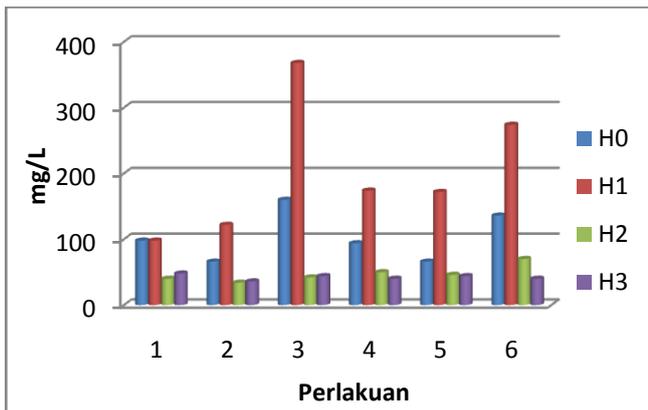
Lokasi A ditunjukkan dengan perlakuan 1-3, sementara lokasi B ditunjukkan dengan perlakuan 4-6. Peningkatan kadar DO secara signifikan tampak pada perlakuan 3 dan 5. Lokasi A perlakuan 3 dengan perbandingan kijing lokal dan kijing Taiwan (60:30) menunjukkan kenaikan kadar DO, yaitu 4,8 mg/L, 5,2 mg/L, 7,8 mg/L dan 7,8 mg/L. Sementara pada lokasi B, perlakuan 5 (2B) perbandingan kijing (45:45) menunjukkan kenaikan kadar DO secara signifikan, yaitu 3,0 mg/L, 4,0 mg/L, 7,8 mg/L dan 7,6 mg/L. Uji statistik menunjukkan nilai p-value 0.0673 > alpha (0.05) untuk perlakuan 1-3, dan p-value 0.0001 < alpha (0.05) untuk perlakuan 4-6 yang artinya tingkat kepercayaan mencapai 95% dengan *error* analisis pada taraf nyata 5%. Pengujian kemudian dilanjutkan dengan uji-T dan memperoleh hasil antara lokasi A dan B tidak berbeda nyata. Dengan demikian dapat diketahui bahwa keduanya, perlakuan 3 dan 5 merupakan kombinasi paling efektif dari jenis kijing lokal dan Taiwan.

5.1.2. Pengukuran terhadap Parameter Kesadahan

Kesadahan merupakan indikator keberadaan garam-garam kalsium dan magnesium serta mencakup –garam klorida dan sulfat di dalam perairan. Perairan dengan total kandungan garam mineral kurang dari 50 mg/L disebut sebagai perairan berair lunak. Apabila kesadahan lebih dari 50 mg/L maka perairan tersebut termasuk ke dalam perairan berair sadah. Berikut hasil pengukuran terhadap kesadahan sampel air:

Tabel 6 Data hasil pengukuran terhadap parameter kesadahan

Stasiun	Kesadahan (mg/L CaCo ₃)			
	Kontrol	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3
1A	98	98	40	48
2A	66	122	34	36
3A	160	368	42	44
1B	94	174	50	40
2B	66	172	46	44
3B	136	274	70	40



Grafik 2 Perbandingan perlakuan (stasiun kijing) terhadap kesadahan air

Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa pada lokasi A (1-3) dan B (4-6), kesadahan menurun secara signifikan hingga di bawah batas normal (<50 mg/L CaCo₃) pada ulangan H-2 dan H-3. Grafik di atas menunjukkan fluktuasi penurunan kesadahan. Lokasi A perlakuan 3 mampu menurunkan kesadahan secara drastis dari 160 mg/L, naik menjadi 368 mg/L, kemudian 42 mg/L, dan 44 mg/L. Sementara lokasi B perlakuan 6 menunjukkan kondisi yang signifikan mampu menurunkan kesadahan dari 136 mg/L, 274 mg/L, 70 mg/L, menjadi 40 mg/L. Kedua perlakuan pada lokasi tersebut yaitu 3 dan 6, diberikan perbandingan kijing lokal dan kijing Taiwan sebanyak 30:60.

Uji statistik pada kedua lokasi memiliki nilai p-value 0.0182 < alpha (0.05) untuk lokasi A dan nilai p-value 0.0001 < alpha (0.05) pada lokasi B. Artinya, pengaruh perlakuan yang diberikan terhadap parameter yang diukur memiliki tingkat kepercayaan 95% dengan *error* analisis sebesar 5%. Kemudian dilanjutkan dengan uji-T dan diperoleh hasil antara lokasi A dan

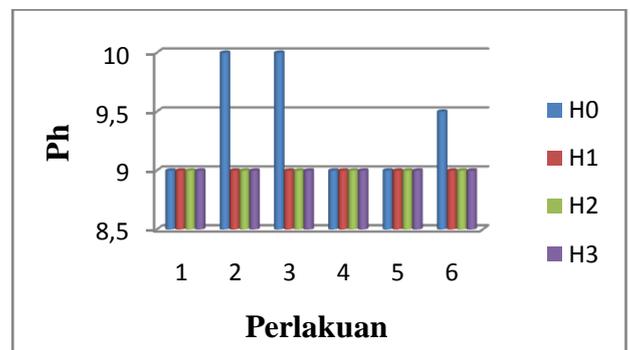
B tidak berbeda nyata. Dengan demikian dapat diketahui bahwa perlakuan 3 pada lokasi A dan perlakuan 6 pada perlakuan B merupakan kombinasi paling efektif menurunkan kesadahan, yaitu perbandingan 30:60.

5.1.3 Pengukuran terhadap Parameter pH

Nilai pH air mempengaruhi jenis dan susunan zat di dalam lingkungan serta mempengaruhi hara dan toksisitas dari unsur renik. Nilai pH air pada umumnya mempunyai pH antara 6-9. Kijing dapat hidup pada kisaran pH 4,8 sampai 9,8 (Suwignyo et al 1981). Berikut data hasil pengukuran terhadap pH air sampel:

Tabel 7 Data hasil pengukuran terhadap parameter pH

Ulangan	pH			
	Kontrol	Perlakuan 1	Perlakuan 2	Perlakuan 3
1A	9	9	9	9
2A	10	9	9	9
3A	10	9	9	9
1B	9	9	9	9
2B	9	9	9	9
3B	9,5	9	9	9



Grafik 3 Perbandingan perlakuan (stasiun kijing) terhadap pH air

Hasil pengukuran terhadap sampel air menunjukkan bahwa lokasi A dan B pada mula-mula (kontrol) memiliki nilai pH yang berbeda-beda, antara rentang 9-10. Kemudian setelah diberikan perlakuan kijing, nilai pH yang terukur, stabil pada angka 10. Uji sas menunjukkan nilai p-value 0.0003 < alpha (0.05), yang artinya tingkat kepercayaan mencapai 95% dengan *error* analisis pada taraf nyata 5%. Uji-T kemudian dilakukan dengan hasil tidak berbeda nyata antara lokasi A dan B. Dengan demikian dapat diketahui bahwa

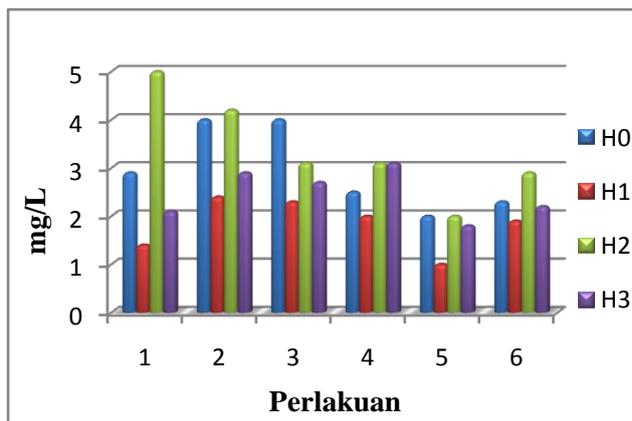
pemberian kijing berpengaruh terhadap penurunan nilai pH air.

5.1.4 Pengukuran terhadap Parameter Bahan Organik Terlarut BOD₅

Kebutuhan oksigen biologis (*Biological Oxygen Demand*) diperlukan bagi mikroorganisme perairan di dalam proses oksidasi biokimiawi. Kesempurnaan oksidasi di dalam air mencapai 60-70% dalam waktu 5 hari. Pengukuran BOD setelah pada saat ini disebut dengan BOD₅. Adanya bahan organik yang cukup tinggi menandakan aktivitas penguraian bahan-bahan organik.

Tabel 8 Data hasil pengukuran terhadap parameter BOD₅

Ulangan/Perlakuan BOD ₅	1	2	3	4	5	6
H0	2,9	4	4	2,5	2	2,3
H1	1,4	2,4	2,3	2	1	1,9
H2	5	4,2	3,1	3,1	2	2,9
H3	2,1	2,9	2,7	3,1	1,8	2,26



Grafik 4 Perbandingan perlakuan (stasiun kijing) terhadap BOD₅ sampel air

Hasil pengukuran terhadap parameter BOD₅ di atas menunjukkan bahwa secara umum mengalami penurunan pada ulangan pertama, kemudian naik pada ulangan kedua dan kembali menurun pada ulangan ketiga. Hal ini disebabkan pada kedua lokasi tersebut, A dan B terdapat penumpukan sampah rumah tangga dan buangan sampah lokasi rekreasi. Jumlah sampah yang menumpuk ini fluktuatif, bergantung pada kondisi pintu air yang dibuka untuk keperluan pengairan.

Kadar BOD₅ di atas menunjukkan nilai penurunan drastis pada perlakuan 1 lokasi A

dan pada perlakuan 6 lokasi B. Perbandingan kijing lokal dan kijing Taiwan yang diberikan pada lokasi A perlakuan 1 dan lokasi B perlakuan 6 masing-masing adalah 30:60 dan 60:30. Sementara itu, hasil diperoleh hasil pengujian terhadap BOD₅ yaitu, dari 2,9 mg/L, 1,4 mg/L, 5 mg/L, menjadi 2,1 mg/L (perlakuan 1) dan 2,3 mg/L, 1,9 mg/L, 2,9 mg/L, menjadi 2,26 mg/L. Kondisi fluktuatif dari BOD₅ ini menandakan adanya aktifitas penguraian bahan-bahan organik, baik oleh aktivitas mikroorganisme maupun penjerapan bahan organik oleh makrobentos, kijing.

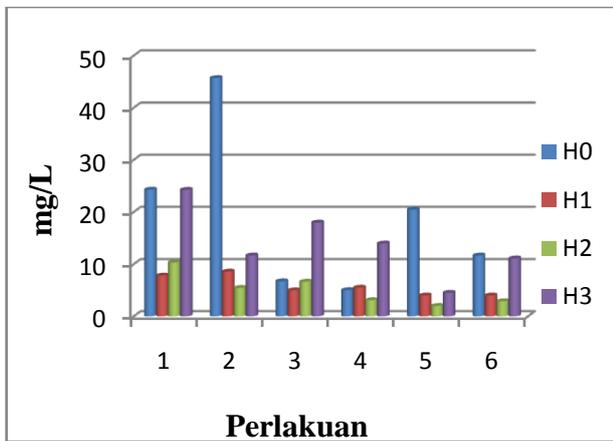
Uji statistik menunjukkan nilai $p\text{-value}(0.0188) < \alpha(0.05)$ yang artinya tingkat kepercayaan mencapai 95% dengan *error* analisis pada taraf nyata 5%. Uji-T kemudian dilakukan dengan hasil berbeda nyata antara lokasi A dan B, dengan hasil lokasi A lebih baik dari lokasi B. Melalui uji ini dapat diketahui bahwa tingkat efektifitas perlakuan 1 pada lokasi A lebih baik daripada lokasi B.

5.1.5 Pengukuran terhadap Parameter Chemical Oxygen Demand (COD) terlarut

Chemical Oxygen Demand atau COD adalah sejumlah oksigen yang dibutuhkan oleh perairan untuk mengoksidasi zat-zat organik terlarut. Mirip dengan BOD, nilai COD yang tinggi tidak diinginkan pada perairan. Nilai COD yang tinggi menandakan bahwa perairan tersebut tercemar. Menurut standar UNESCO dan WHO, Nilai COD pada perairan tidak tercemar berada di bawah 20 mg/L.

Tabel 9 Data hasil pengukuran terhadap parameter COD

Ulangan/Perlakuan COD+	1	2	3	4	5	6
H0	24,3	45,7	6,73	5,03	20,45	11,67
H1	7,83	8,58	4,99	5,5	4	4
H2	10,32	5,46	6,65	3,1	2	2,9
H3	24,26	11,68	17,98	13,97	4,51	11,11



Grafik 5 Perbandingan perlakuan (stasiun kijing) terhadap COD dalam air

Hasil pengukuran terhadap kadar COD menunjukkan hanya perlakuan 1, 2, dan 5 yang memiliki nilai COD yang tinggi pada mulanya. Penurunan tingkat COD secara signifikan terjadi pada ulangan H-2. Grafik di atas menunjukkan bahwa dari lokasi A dan B, perlakuan 2 dan perlakuan 5 menunjukkan nilai COD terendah dari masing-masing lokasi, yaitu 11,68 mg/L dan 4,51 mg/L.

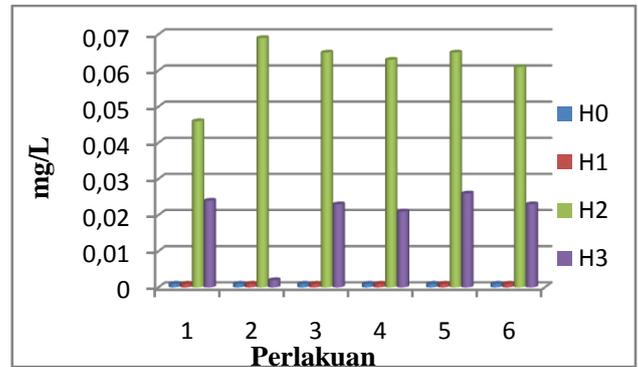
Uji statistik menunjukkan nilai $p\text{-value}(0.1640) > \alpha(0.05)$, yang artinya tingkat kepercayaan mencapai 95% dengan *error* analisis pada taraf nyata 5%. Kemudian uji-T dilakukan dan memperoleh hasil bahwa antara lokasi A dan B tidak berbeda nyata. Dengan demikian dapat diketahui bahwa perlakuan 2 dan 5 merupakan kombinasi paling efektif dari kijing pada masing-masing lokasi.

5.1.6 Pengukuran terhadap Kadar Kadmium (Cd) terlarut

Kadmium merupakan lunak yang luas penyebarannya di alam. Kadmium berwarna putih perak dan mudah sekali teroksidasi. Kadmium mengendap di perairan karena senyawa sulfitnya sukar larut. Kadmium dapat berasal dari limbah seperti batrai, limbah tambang, pupuk dan pestisida. Kadmium juga digunakan sebagai bahan cat, keramik, dan komposisi beberapa bahan bangunan lainnya. Kadmium merupakan logam berat paling beracun setelah logam Hg. Akumulasinya terdapat pada biota perairan dan makrobentos.

Tabel 10 Data hasil pengukuran terhadap parameter Cd

Ulangan /Perlakuan Cd	1	2	3	4	5	6
H0	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
H1	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
H2	0,046	0,069	0,065	0,063	0,065	0,061
H3	0,024	0,002	0,023	0,021	0,026	0,023



Grafik 6 Perbandingan perlakuan (stasiun kijing) terhadap kadar kadmium (Cd) dalam air

Hasil pengukuran terhadap parameter kadmium menunjukkan bahwa kadar kadmium rendah pada seluruh perlakuan 1-6 pada kontrol dan ulangan 1. Kemudian kadar kadmium meningkat pada pengukuran H-2 dan menurun pada H-3. Peningkatan kadar kadmium ini pada minggu ke-3 dapat disebabkan oleh pembuatan jalan di sepanjang sisi Situ Gede pada bulan Mei dan berakhir pada bulan Juni. Sebagaimana yang telah diketahui bahwa kadmium terkandung pada bahan semen. Bahan ini yang kemudian masuk ke dalam perairan ketika pekerja mengambil air dengan ember bekas semen.

Pengukuran kadar kadmium terhadap lokasi A dan B menunjukkan penurunan drastis pada perlakuan 2 dan perlakuan 4, yaitu dari 0,069 mg/L menjadi 0,002 mg/L dan 0,063 mg/L menjadi 0,021 mg/L. Penurunan terjadi sebesar 0,042-0,057 mg/L. Uji statistik kemudian dilakukan dan diperoleh nilai $p\text{-value}(0.0001) < \alpha(0.05)$, yang artinya kedua perlakuan tersebut memiliki tingkat kepercayaan mencapai 95% dengan nilai *error* analisis sebesar 5%. Uji statistik kemudian dilanjutkan dengan uji-T dan memperoleh hasil bahwa antara lokasi A dan B tidak berbeda nyata. Dengan demikian dapat diketahui bahwa

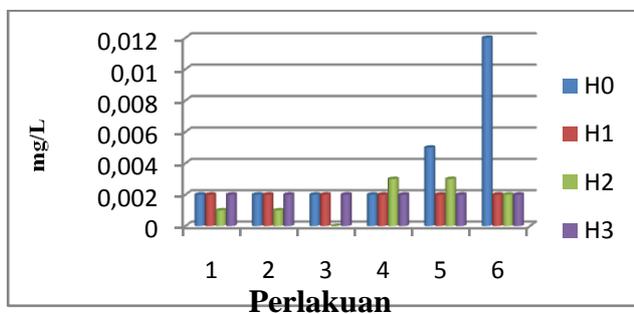
kedua perlakuan tersebut memiliki sama-sama memiliki tingkat evektifitas di dalam menjerap logam kadmium pada perairan.

5.1.7 Pengukuran terhadap Kadar Tembaga (Cu) Terlarut

Logam Cu atau tembaga di perairan dapat berasal dari limbah industri maupun rumah tangga. Tembaga ini kemudian mengendap pada sedimen dan masuk ke dalam organisme perairan. Karena sifatnya yang mudah mengikat bahan organik dan mengendap pada sedimen, maka tembaga dapat dengan mudah dijerap oleh makrobentos seperti kijing.

Tabel 11 Data hasil pengukuran terhadap parameter Cu

Ulangan / Perlakuan Cu	1	2	3	4	5	6
H0	0,00 2	0,00 2	0,00 2	0,00 2	0,00 5	0,01 2
H1	0,00 2	0,00 2	0,00 2	0,00 2	0,00 2	0,00 2
H2	0,00 1	0,00 1	0 0	0,00 3	0,00 3	0,00 2
H3	0,00 2	0,00 2	0,00 2	0,00 2	0,00 2	0,00 2



Grafik 7 Perbandingan perlakuan (stasiun kijing) terhadap kadar tembaga (Cu) air

Hasil pengukuran terhadap uji kada tembaga pada air sampel menunjukkan terdapat penurunan dari pengukuran kontrol dan ulangan. Hanya saja, penurunan ini dapat diamati dengan lebih jelas pada perlakuan 5 dan 6, yaitu pada lokasi B. Namun, nilai uji terhadap kadar tembaga pada perlakuan 6 ulangan 1-3 bernilai konstan. Sementara pada ulangan 5 fluktuatif pada ulangan H-2 meningkat sebesar 0,003 mg/L kemudian menurun hingga 0,002 mg/L. Uji statistik bernilai p-value (0.0010) α (0.05) yang artinya, perlakuan 1-6

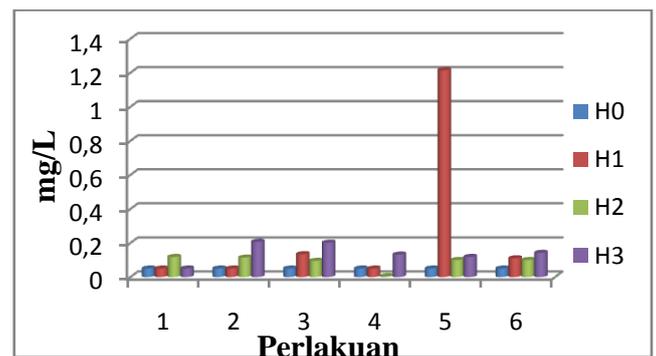
dengan ulangan H1-3 tidak berpengaruh signifikan terhadap penurunan kadar tembaga. Dengan demikian diketahui bahwa pemberian kijing untuk menurunkan kadar tembaga di danau Situ Gede tidak evektif.

5.1.8 Pengukuran terhadap Kadar Besi (Fe) Terlarut

Kadar besi terlarut pada perairan alami berkisar antara 0,05-0,2 mg/L (Boyd 1988). Kadar besi > 1 mg/L dianggap membahayakan kehidupan organisme akuatik (Moore 1991). Besi pada perairan ini tersuspensi di lumpur, tanah liat dan partikel halus dari besi (III) hidroksida dalam bentuk kaloid dan organik kompleks. Penjerapan besi oleh mikrobtentos seperti kijing sangat mungkin dilakukan dalam kadar tertentu.

Tabel 12 Data hasil pengukuran terhadap parameter Fe

Ulangan / Perlakuan Fe	1	2	3	4	5	6
H0	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
H1	0,05	0,05	0,13 4	0,05	1	0,11
H2	0,11 8	0,11 4	0,09 5	0,00 5	0,1	0,1
H3	0,05	0,20 7	0,20 2	0,13 2	0,11 8	0,14 2



Grafik 8 Perbandingan perlakuan (stasiun kijing) terhadap kadar besi (Fe) dalam air

Hasil pengukuran terhadap besi (Fe) menunjukkan bahwa kadar besi menurun pada perlakuan 1 lokasi A ulangan H-2. Sementara itu pada perlakuan 5 lokasi B, kadar besi menurun saat ulangan ke-1. Penurunan besi pada perlakuan 1 dan 5 berturut-turut adalah 0,113 mg/L dan 0,9 mg/L. Uji statistik

dihasilkan nilai $p\text{-value}(0.1615) > \alpha(0.05)$, yang berarti perlakuan kijang memiliki pengaruh terhadap penurunan kadar besi dengan kepercayaan 95% dan *error* analisis 5%. Kedua perlakuan ini kemudian diuji-T dan diperoleh hasil bahwa antara keduanya tidak berbeda nyata. Dengan demikian dapat diketahui bahwa pada lokasi A, perlakuan 1 merupakan kombinasi kijang yang paling efektif menurunkan kadar besi, sementara pada lokasi B tingkat efektifitas paling tinggi ada pada perlakuan 5.

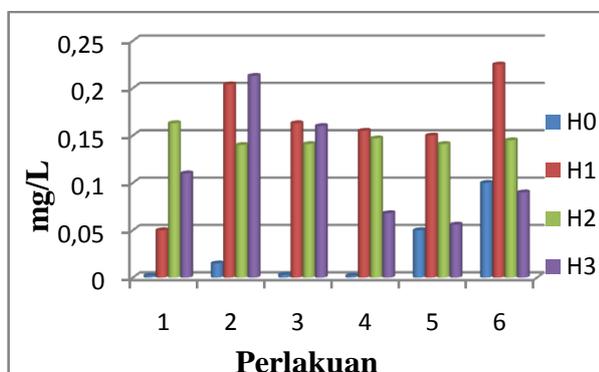
5.1.9 Pengukuran terhadap Kadar Mangan (Mn) Terlarut

Mangan menyebabkan air berwarna kecoklatan, dan mengendap pada dasar perairan. Mangan dalam jumlah besar dapat membahayakan kesehatan. Selain itu mangan pada perairan yang digunakan untuk keperluan domestik menyebabkan pengendapan pada pipa saluran air, kecoklatan dan noda pada peralatan rumah tangga.

Hasil pengukuran terhadap kandungan mangan pada lokasi A dan B diketahui menurun pada perlakuan 1 dan signifikan pada perlakuan 6. Penurunan kadar mangan pada perlakuan 1 sebesar 0,53 mg/L dari ulangan 2 ke 3. Perlakuan 6 lokasi B, penurunan mangan signifikan dari ulangan ke 1-3 sebanyak 0,08 mg/L kemudian 0,55 mg/L. Kemudian melalui uji statistik diperoleh $p\text{-value}(0.0141) < \alpha(0.05)$, yang artinya perlakuan pemberian kombinasi kijang pada lokasi A dan B tidak berpengaruh terhadap penurunan kadar mangan. Dengan demikian dapat diketahui bahwa penurunan kadar mangan tidak dipengaruhi oleh kombinasi kijang, sehingga dapat disimpulkan bahwa pemberian kijang tidak efektif untuk menurunkan kadar mangan pada danau Situ Gede.

Tabel 13 Data hasil pengukuran terhadap parameter Mn

Ulangan / Perlakuan Mn	1	2	3	4	5	6
H0	0,00 2	0,01 5	0,00 3	0,00 2	0,05	0,1
H1	0,05	0,20 4	0,16 3	0,15 5	0,15	0,22 5
H2	0,16 3	0,14	0,14 1	0,14 7	0,14 1	0,14 5
H3	0,11	0,21 3	0,16	0,06 8	0,05 6	0,09



Grafik 9 Perbandingan perlakuan (stasiun kijang) terhadap kadar Mn dalam air

VI. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Melalui penelitian terhadap epektifitas bivalvia pada studi kasus Waduk Situ Gede ini dapat diperoleh kesimpulan bahwa penggunaan kijing sebagai agen hayati dapat berfungsi untuk menurunkan kadar polutan perairan. Penggunaan kijing untuk menurunkan kadar polutan dapat diukur melalui pengujian parameter kualitas air yang meliputi kadar DO, kesadahan, pH, BOD₅, COD, dan logam berat seperti kadmium (Cd), tembaga (Cu), besi (Fe), dan mangan (Mn). Penggunaan kijing ini dinilai epektif menurunkan kadar polutan dengan meningkatnya kadar DO, berkurangnya kesadahan air, nilai pH yang stabil, menurunnya kadar BOD₅ dan meningkatnya COD, serta menurunnya kadar logam kadmium dan besi. Terhadap dua parameter logam yaitu tembaga dan besi, pemberian kijing dinilai tidak menyebabkan penurunan kadar keduanya. Kombinasi epektif ditemukan pada perbandingan kijing lokal dan kijing Taiwan 60:30 dan perbandingan seimbang, yaitu 45:45. Sementara itu, untuk menurunkan polutan dari jenis logam berat, perbandingan yang epektif dari keduanya adalah 30:60 dan 45:45. Hal ini sesuai dengan literatur yang menyebutkan bahwa kijing lokal (*Pilsbryconcha exilis*) cenderung menurunkan kadar logam berat sementara Kijing Taiwan (*Anodonta woodiana*) epektif menyerap residu pestisida.

6.2 Saran

Hasil penelitian ini dapat diimplementasikan sebagai salah satu upaya untuk meremediasi bahan pencemar pada perairan secara alami dan ekonomis. Namun, perlu dilakukannya penelitian lanjutan untuk menemukan epektifitas dari kijing sebagai bioremediator untuk jenis bahan pencemar tertentu seperti tembaga (Cu) dan mangan (Mn). Selain itu, untuk penggunaannya dalam skala yang besar, perlu dilakukan penelitian dampaknya terhadap suatu ekosistem. Menariknya, formula dari kombinasi beberapa jenis kijing dapat menjadi suatu bioremediator yang epektif apabila disesuaikan dengan karakter pencemaran suatu daerah. Sentuhan teknologi di dalam pengelolaannya dapat menjadi alternatif pilihan untuk memperbaiki

VII. DAFTAR PUSTAKA

- Adji, Sandra Sukmaning. 2006. Rehabilitas tanah sawah tercemar natrium dan logam berat melalui pencucian, penggunaan vegetasi, bahan organik, dan bakteri. *Disertasi*. Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Bian Xeusen, Hongbo Liu, Juli Gan, Rong Li, Jian Yang. 2008. HCH and DDT residues in bivalves *Anodonta woodiana* from the Taihu Lake, China. *Journal of Environment Contamination and Toxicology* (56): 67-78.
- Gintings P. 1995. *Mencegah dan Mengendalikan Pencemaran Perairan Industri Edisi ke-5*. Jakarta: Pustaka Sinar Harapan.
- Jian Yang, Wang Hui, Zho Hongyo, Gong Xiaoqing, Yu Ruipeng. 2005. Bioaccumulation of heavy metals in *Anodonta woodiana* from Wulihu area of Taihu Lake. *Journal of Resources and Environment in the Yangtze Valley* (14): 362-366.
- Klein R, Altmeyer. 1992. The zebra mussel *Dreissena polymorpha* as a specimen in the environmental specimen banking programme of the federal republic of Germany. *Journal of Limnol Aktuel* (4): 255-262.
- Mahmoud Kadria MA, Hoda MA Abu Taleb. 2013. Fresh water snails as bioindicator for some heavy metals in the aquatic environment. *African Journal of Ecology* (51): 193-198.
- Matshushima Osamu dan Yoichi Kado. 1982. Hyperosmoticity of the mantle fluid in the freshwater bivalve, *Anodonta woodiana*. *Journal of Experiment Zoology* (221): 379-381.
- Maulana Bagas. 2007. Efektivitas Kijing Taiwan (*Anodonta woodiana*) dalam menyerap limbah organik pada budidaya ikan sistem resirkulasi. *Skripsi*. Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Nugroho Antofany Eko. 2006. Tingkat biofiltrasi kijing (*Pilsbryconcha exilis*) terhadap bahan organik. *Skripsi*. Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Orlova M, S Golubkov, L Kalinina, N Ignatieva. 2004. *Dreissena polymorpha* (Bivalvia:Dreissenidae) in the Neva Estuary (eastern Gulf of Finland, Baltic Sea): Is it a biofilter or source for pollution?. *Bulletin of Marine Pollution* (49): 196-205.
- Prihatini Wahyu. 1999. Keragaman jenis dan ekobiologi kerang air tawar famili Unionidae (Mollusca: Bivalvia) beberapa Situ Kabupaten dan Kotamadya Bogor. *Tesis*. Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Purnomo T, SD Tandjung. 1998. Bioremediasi perairan tambak udang intensif menggunakan kerang hijau hijau (*Mytilus viridis* L.) dan kerang darah (*Anadara granosa* L.) dan rumput laut (*Gracilaria foliifera* forsk.). *Tesis*. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Puspaningsih Dewi. 2011. N and P waste removal efficiency by freshwater clams (*Pilsbryconcha exilis*) as biofilter on tilapia (*Oreochromis niloticus*) culture with recirculation system. *Tesis*. Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Sembiring Rodieider. 2009. Analisis kandungan logam berat Hg, Cd, dan Pb daging kijing lokal (*Pilsbryconcha exilis*) dari perairan Situ Gede, Bogor. *Skripsi*. Departemen Teknologi Hasil Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Sidhi Mustafa Priatna. 1998. Kijing Taiwan sebagai bioremediator pencemaran perairan oleh herbisida glifosfat. *Skripsi*. Jurusan Biologi, Fakultas Matematika

dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor, Bogor.

Sulistiawan R Selfi Nendris. 2007. Potensi kijing (*Pilsbryoconcha exilis*) sebagai biofilter perairan di Waduk Cirata, Kabupaten Cianjur, Jawa Barat. *Skripsi*. Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.

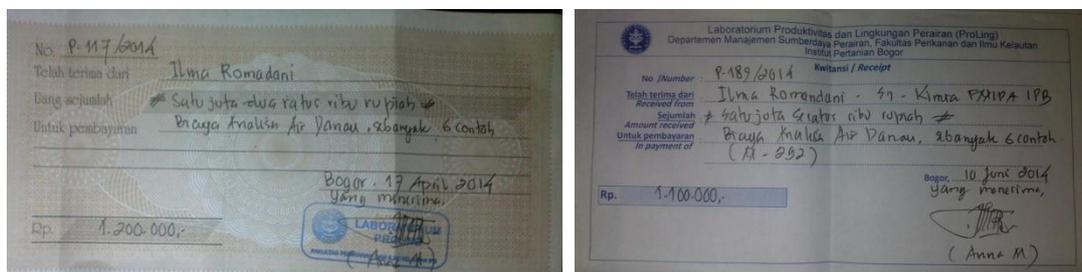
Uno S, H Shiraishi, S. Hatakeyama, A Otsuki, J Koyama. 2000. Accumulative characteristics of pesticide residues in organs of bivalves (*Anodonta woodiana* and *Corbicula leana*) under natural condition. *Journal of Environment Contamination and Toxicology* (40): 35-47.

Wilda Gusna Hutri. 1999. Uji kapasitas Kijing Taiwan (*Anodonta woodiana* Lea.) dalam menurunkan kadar polutan pestisida karbaril pada perairan tawar. *Skripsi*. Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor, Bogor.

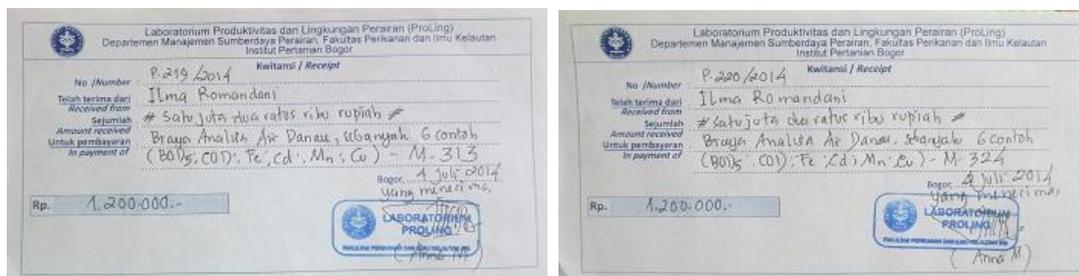
Yatim S. 1996. Pengolahan Limbah dan Pembangunan Berkelanjutan. *Buletin Limbah* (1): 1-4.

Lampiran

Penyerapan dana PKM-Penelitian sebesar **88,37%** dari total dana hibah yang didanai sebesar Rp 9.000.000,-



Gambar 1. Bukti bayar analisis data H-0 dan H-1



Gambar 2. Bukti bayar analisis data H-2 dan H-3



Gambar 3. Bukti bayar untuk pembelian bensin

ACC PUTRA
Printing & Copier

Alamat: Jl. Raya Bogor No. 130
Kampus Dalam IPB Darmasri - Bogor
Telp. (0251) 833334

Banyaknya	Harga	Nama Barang	Jumlah
6		Camidatu	15000
			Total Rp. 15000

Torimakasih

Menerima: Photo Copy, B/W Photo Copy Color, Pengikutan, Jilid Spiral Plastik/Kawat, Hard Cover, Soft Cover, Print B/W, Print Color A3-A0, Scan, Alat-alat tulis Kantor dll.

GEBYAR Stationery 01/06/2019

Pusat Alat Tulis Kantor
Jl. Babakan Raya No. 130
Kampus Dalam IPB Darmasri - Bogor
Telp. (0251) 833334

No.

Banyaknya	Nama Barang	Harga	Jumlah
1	stereopair		4.500
3	K. Metalik	1.000	3.000
1	solahf kertas		4.000
1	Db. tapa		2.500
1	Duplex		5.000
			Jumlah Rp. 19.000

Tanda Terima, Hormat Kami, JH

Gambar 6. Bukti bayar laminating marka untuk stasiun dan bahan prototype

TUNAS MUDA
COPY CENTRE

PHOTOCOPY - PENJILIDAN - JILID - HARD COVER - SOFT COVER - LAMINATING - RING KAWAT - RING PLASTIK - ALAT TULIS - DLL

Jl. Babakan Tengah No. 61 Darmasri Bogor, Telp. (0251) 8627325 H.P. 021226419990
Jl. Cibeureut Depan UNPAK No. 88, Telp. (0251) 8353349 Bogor.

Nota

Banyaknya	Nama Barang	Harga Satuan	Jumlah
	Print Copy		14 23500
			Jumlah Uang Muka Sisa 14 23500

TANDA TERIMA, HORMAT KAMI

TUNAS MUDA
COPY CENTRE

PHOTOCOPY - PENJILIDAN - JILID - HARD COVER - SOFT COVER - LAMINATING - RING KAWAT - RING PLASTIK - ALAT TULIS - DLL

Jl. Babakan Tengah No. 61 Darmasri Bogor, Telp. (0251) 8627325 H.P. 021226419990
Jl. Cibeureut Depan UNPAK No. 88, Telp. (0251) 8353349 Bogor.

Nota

Banyaknya	Nama Barang	Harga Satuan	Jumlah
3	P-copy	2.200	6.600
			Jumlah Uang Muka Sisa 6.600

TANDA TERIMA, HORMAT KAMI

TUNAS MUDA
COPY CENTRE

PHOTOCOPY - PENJILIDAN - JILID - HARD COVER - SOFT COVER - LAMINATING - RING KAWAT - RING PLASTIK - ALAT TULIS - DLL

Jl. Babakan Tengah No. 61 Darmasri Bogor, Telp. (0251) 8627325 H.P. 021226419990
Jl. Cibeureut Depan UNPAK No. 88, Telp. (0251) 8353349 Bogor.

Nota

Banyaknya	Nama Barang	Harga Satuan	Jumlah
3	Map paper		6000
	pulpen		4000
	P-copy		5000
			Jumlah Uang Muka Sisa 16.000

TANDA TERIMA, HORMAT KAMI

TUNAS MUDA
COPY CENTRE

PHOTOCOPY - PENJILIDAN - JILID - HARD COVER - SOFT COVER - LAMINATING - RING KAWAT - RING PLASTIK - ALAT TULIS - DLL

Jl. Babakan Tengah No. 61 Darmasri Bogor, Telp. (0251) 8627325 H.P. 021226419990
Jl. Cibeureut Depan UNPAK No. 88, Telp. (0251) 8353349 Bogor.

Nota

Banyaknya	Nama Barang	Harga Satuan	Jumlah
1	print + 2-copy		34.000
			Jumlah Uang Muka Sisa 34.000

TANDA TERIMA, HORMAT KAMI

Gambar 6. Bukti bayar untuk cetak dan fotokopi logbook dan laporan kemajuan

1. Bukti-bukti pendukung kegiatan



Gambar 1. Kondisi lokasi penelitian di Waduk Situ Gede



Gambar 2. Kijing lokal (besar) dan kijing Taiwan (kecil)



Gambar 3. Lokasi peletakkan stasiun kijing



Gambar 4. Contoh marka kijing lokasi A stasiun 1-3



Gambar 5. Lokasi B stasiun 1



Gambar 6. Lokasi B stasiun 2



Gambar 7. Lokasi B stasiun 3