

**KELIMPAHAN DAN KEANEKARAGAMAN MAKROZOOBENTHOS
SEBELUM DAN SESUDAH KEGIATAN BUDIDAYA PERIKANAN DI
UPT PTPBP2KP KEPANJEN, MALANG, JAWA TIMUR**

**SKRIPSI
PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN**

Oleh :

**MUHAMMAD LUTHFI FAJARI
NIM. 145080100111014**



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITASBRAWIJAYA
MALANG
2017**



**KELIMPAHAN DAN KEANEKARAGAMAN MAKROZOOBENTHOS
SEBELUM DAN SESUDAH KEGIATAN BUDIDAYA PERIKANAN DI
UPT PTPBP2KP KEPANJEN, MALANG, JAWA TIMUR**

**SKRIPSI
PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN**

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Meraih Gelar Sarjana Perikanan di Fakultas
Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya

Oleh :
MUHAMMAD LUTHFI FAJARI
NIM. 145080100111014



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2017**



SKRIPSI

KELIMPAHAN DAN KEANEKARAGAMAN MAKROZOOBENTHOS SEBELUM DAN SESUDAH KEGIATAN BUDIDAYA PERIKANAN DI UPT PTPBP2KP KEPANJEN, MALANG, JAWA TIMUR

Oleh :

MUHAMMAD LUTHFI FAJARI

NIM. 145080100111014

telah dipertahankan di depan penguji pada tanggal 07 September 2018 dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Mengetahui,
Ketua Jurusan



Dr. Ir. Muhammad Firdaus, MP
NIP. 19680919 200501 1 001

Tanggal : 19 SEP 2018

Menyetujui,
Dosen Pembimbing



Prof. Dr. Ir. Diana Arfiati, MS
NIP. 19591230 198503 2 002

Tanggal : 19 SEP 2018



UCAPAN TERIMAKASIH

Saya mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah berperan serta dalam membantu baik secara langsung maupun tidak langsung sehingga penulisan laporan skripsi ini dapat terselesaikan. Terima kasih yang sebesar-besarnya saya sampaikan kepada:

1. Allah SWT karena atas berkat rahmat-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan laporan skripsi ini dengan lancar.
2. Suyanto (Ayah), Endah Dwi Sulistyowati (Ibu) dan Fakhrihan Darma Admaja (Kakak) yang selalu memberikan semangat serta doa dan restunya yang tiada henti.
3. Prof.Dr.Ir. Diana Arfiati, MS. selaku Dosen Pembimbing atas kesediaan waktu untuk membimbing saya dalam penyusunan proposal maupun laporan skripsi ini sehingga dapat terselesaikan dengan baik.
4. Seluruh pihak UPT PTPBP2KP yang telah memudahkan jalannya penelitian ini.
5. Ibu Iwin Zumairah selaku ketua laboran UPT Perikanan Air Tawar Sumberpasir yang telah membantu dan mengajarkan saya dalam penelitian di laboratorium.
6. Ican dan Wowo selaku tim penelitian di UPT PTPBP2KP Kepanjen yang sudah sekali banyak membantu saya selama penelitian.
7. Teman-teman rekan seperjuangan bimbingan Prof.Dr.Ir. Diana Arfiati, MS. yang selalu memberikan motivasi agar laporan skripsi ini dapat terselesaikan.
8. Teman-teman VBT yang sudah saya anggap keluarga sendiri yang selalu menemani keseharian saya dalam menyusun laporan skripsi.
9. Teman-teman MSP 2014 yang saya sayangi yang telah berjuang bersama sejak awal perkuliahan.
10. Semua pihak yang secara langsung dan tidak langsung dan baik yang disengaja maupun tidak sengaja telah berperan dalam terselesaikannya laporan ini.

RINGKASAN

Muhammad Luthfi Fajari KELIMPAHAN DAN KEANEKARAGAMAN MAKROZOOBENTHOS SEBELUM DAN SESUDAH KEGIATAN BUDIDAYA PERIKANAN DI UPT PTPBP2KP KEPANJEN, MALANG, JAWA TIMUR. dibawah bimbingan **Prof. Dr. Ir. Diana Arfiati, MS.**

Kegiatan budidaya perikanan dapat menghasilkan limbah sehingga apabila langsung dibuang ke sungai dapat menurunkan kualitas perairan sungai dan dikhawatirkan akan mengganggu organisme (makrozoobenthos) yang hidup di dalamnya. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui kelimpahan dan keanekaragaman makrozoobenthos sebelum dan sesudah kegiatan perikanan di UPT PTPBP2KP Kepanjen. Penelitian ini menggunakan metode survei dan penjelasan secara deskriptif. Pengambilan sampel dibagi kedalam 2 stasiun, yaitu aliran sungai Molek sebelum digunakan untuk kegiatan budidaya perikanan (stasiun 1) dan aliran sungai setelah kegiatan budidaya perikanan (stasiun 2). Setiap stasiun ditentukan 3 sub-stasiun sebagai ulangan. Pada aliran sungai sebelum kegiatan budidaya perikanan didapatkan 11 genus dan 13 spesies makrozoobenthos dengan nilai kelimpahan berkisar antara 2.691,67 – 3.158,33 ind/m², keanekaragaman berkisar antara 1,796 - 1,991 sehingga tergolong dalam kategori keanekaragaman sedang dan indeks dominasi berkisar antara 0,163 – 0,215 sehingga tergolong dalam kategori dominasi rendah. Pada aliran sungai sesudah kegiatan budidaya perikanan didapatkan 12 genus dan 14 spesies makrozoobenthos dengan nilai kelimpahan berkisar antara 1.708,33 – 2.508,33 ind/m², keanekaragaman berkisar antara 1,157 - 1,829 sehingga tergolong dalam kategori keanekaragaman sedang dan indeks dominasi berkisar antara 0,187 – 0,471 sehingga tergolong dalam kategori dominasi rendah. Nilai indeks kesamaan antara struktur komunitas makrozoobenthos pada sebelum dan sesudah kegiatan budidaya perikanan adalah 72,77% sehingga pada sebelum dan sesudah kegiatan budidaya memiliki struktur komunitas makrozoobenthos terdapat perbedaan. Masukan limbah pada aliran sungai sesudah kegiatan budidaya menyebabkan penurunan kualitas perairan sungai Molek yang menurunkan kelimpahan makrozoobenthos sebesar 816,67 ind/m² atau 27,9%. Sebelum kegiatan budidaya ditemukan sembilan (9) jenis gastropoda dengan jumlah 906 individu dan sesudah kegiatan budidaya ditemukan Sembilan (9) jenis gastropoda dengan jumlah 569 individu. Pada sesudah kegiatan budidaya juga lebih banyak ditemukan jenis *Chironomus* sp dan *Tubifex* sp, serta ditemukan spesies *Brachiura sowerbyi* dari filum Annelida yang keberadaannya menunjukkan kondisi perairan tercemar. Sungai Molek sebelum dan sesudah kegiatan budidaya perikanan tergolong dalam kategori dominasi rendah yang berarti tidak ada spesies makrozoobenthos yang mendominasi. Kadar amonia berkisar antara 0,052-0,218 mg/l dan berdasarkan perhitungan regresi linier berpengaruh terhadap kelimpahan makrozoobenthos sebesar 78% dan meningkatnya satu (1) satuan kadar amonia dapat menurunkan nilai kelimpahan makrozoobenthos sebesar 12.066,671 individu. Hasil pengukuran parameter kualitas air lainnya berada pada kisaran yang dapat ditoleransi untuk kehidupan makrozoobenthos seperti suhu 25-27°C, Kecepatan arus 0,27-0,595 m/s, pH 6-8, oksigen terlarut (DO) 4,7-6,5 mg/l. Dengan demikian disarankan adanya pengolahan terlebih dahulu terhadap air sisa budidaya perikanan, sebelum air sisa tersebut dikeluarkan ke perairan sungai Molek.

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena atas ridho-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi yang berjudul **“Kelimpahan dan Keanekaragaman Makrozoobenthos Sebelum dan Sesudah Kegiatan Budidaya Perikanan di UPT PTPBP2KP, Kepanjen, Malang, Jawa Timur”**. Laporan skripsi disusun sebagai salah satu syarat untuk meraih gelar sarjana di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya, Malang.

Penulis menyadari bahwa Laporan skripsi ini masih jauh dari sempurna, dikarenakan keterbatasan pengetahuan penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran dari semua pihak yang bersifat membangun agar hasil dari penelitian ini dapat bermanfaat.

Malang, 4 Juni 2018

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

LEMBAR PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
RINGKASAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
I. PENDAHULUAN	Error! Bookmark not defined.
1.1 Latar Belakang	Error! Bookmark not defined.
1.2 Perumusan Masalah	Error! Bookmark not defined.
1.3 Tujuan	Error! Bookmark not defined.
1.4 Kegunaan Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
1.5 Tempat dan Waktu	Error! Bookmark not defined.
II. TINJAUAN PUSTAKA	Error! Bookmark not defined.
2.1 Ekosistem Sungai	Error! Bookmark not defined.
2.2 Makrozoobenthos	Error! Bookmark not defined.
2.3 Makrozoobenthos Sebagai Bioindikator Perairan.....	Error! Bookmark not defined.
2.4 Faktor Lingkungan yang Mempengaruhi Makrozoobenthos.....	Error! Bookmark not defined.
2.4.1 Suhu.....	Error! Bookmark not defined.
2.4.2 Kecepatan Arus.....	Error! Bookmark not defined.
2.4.3 Derajat Keasaman (pH)	Error! Bookmark not defined.
2.4.4 Oksigen Terlarut (DO)	Error! Bookmark not defined.
2.4.5 Amonia.....	Error! Bookmark not defined.
3. MATERI DAN METODE PENELITIAN	Error! Bookmark not defined.
3.1 Materi Penelitian	Error! Bookmark not defined.
3.2 Alat dan Bahan.....	Error! Bookmark not defined.
3.3 Metode Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
3.3.1 Data Primer	Error! Bookmark not defined.
3.3.2 Data Sekunder	Error! Bookmark not defined.
3.4 Prosedur Penelitian	Error! Bookmark not defined.
3.4.1 Penentuan Stasiun Pengambilan Sampel.....	Error! Bookmark not defined.



3.4.2 Pengambilan Sampel	Error! Bookmark not defined.
3.5 Pengukuran Kualitas Air	Error! Bookmark not defined.
3.5.1 Suhu.....	Error! Bookmark not defined.
3.5.2 Kecepatan Arus.....	Error! Bookmark not defined.
3.5.3 Derajat Keasaman (pH)	Error! Bookmark not defined.
3.5.4 Oksigen Terlarut (DO)	Error! Bookmark not defined.
3.5.5 Amonia	Error! Bookmark not defined.
3.6 Analisis Data	Error! Bookmark not defined.
4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	Error! Bookmark not defined.
4.1 Keadaan Umum Lokasi Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
4.2 Deskripsi Stasiun Pengamatan.....	Error! Bookmark not defined.
4.3 Analisis Makrozoobenthos.....	Error! Bookmark not defined.
4.3.1 Klasifikasi Makrozoobenthos	Error! Bookmark not defined.
4.3.2 Kelimpahan Makrozoobenthos	Error! Bookmark not defined.
4.3.3 Indeks Kesamaan.....	Error! Bookmark not defined.
4.3.4 Kelimpahan Relatif Makrozoobenthos	Error! Bookmark not defined.
4.3.5 Indeks Keanekaragaman (H') Makrozoobenthos ...	Error! Bookmark not defined.
4.3.6 Indeks Dominasi (C) Makrozoobenthos	Error! Bookmark not defined.
4.4 Parameter Kualitas Air	Error! Bookmark not defined.
4.4.1 Suhu.....	Error! Bookmark not defined.
4.4.2 Kecepatan Arus.....	Error! Bookmark not defined.
4.4.3 Derajat Keasaman (pH)	Error! Bookmark not defined.
4.4.4 Oksigen Terlarut (DO)	Error! Bookmark not defined.
4.4.5 Amonia	Error! Bookmark not defined.
4.5 Analisis Hubungan Amonia dengan Kelimpahan Makrozoobenthos ..	Error! Bookmark not defined.
	Bookmark not defined.
5. KESIMPULAN DAN SARAN.....	Error! Bookmark not defined.
5.1 Kesimpulan	Error! Bookmark not defined.
5.2 Saran	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR PUSTAKA.....	Error! Bookmark not defined.
LAMPIRAN.....	Error! Bookmark not defined.



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Stasiun Pengamatan 1 (a) Stasiun 1-A1 (b) Stasiun 1-A2 (c) Stasiun 1-A3	Error! Bookmark not defined.
2. Stasiun Pengamatan 2 (a) Stasiun 2-B1 (b) Stasiun 2-B2 (c) Stasiun 2-B3	Error! Bookmark not defined.
3. Grafik Kelimpahan Makrozoobenthos (Ind/m ²) .	Error! Bookmark not defined.
4. Grafik Kelimpahan Relatif Makrozoobenthos Stasiun 1-A1	Error! Bookmark not defined.
5. Grafik Kelimpahan Relatif Makrozoobenthos Stasiun 1-A2	Error! Bookmark not defined.
6. Grafik Kelimpahan Relatif Makrozoobenthos Stasiun 1-A3	Error! Bookmark not defined.
7. Grafik Kelimpahan Relatif Makrozoobenthos Stasiun 2-B1	Error! Bookmark not defined.
8. Grafik Kelimpahan Relatif Makrozoobenthos Stasiun 2-B2	Error! Bookmark not defined.
9. Grafik Kelimpahan Relatif Makrozoobenthos Stasiun 2-B3	Error! Bookmark not defined.
10. Indeks Keanekaragaman makrozoobenthos ..	Error! Bookmark not defined.
11. Indeks Dominasi Makrozoobenthos	Error! Bookmark not defined.

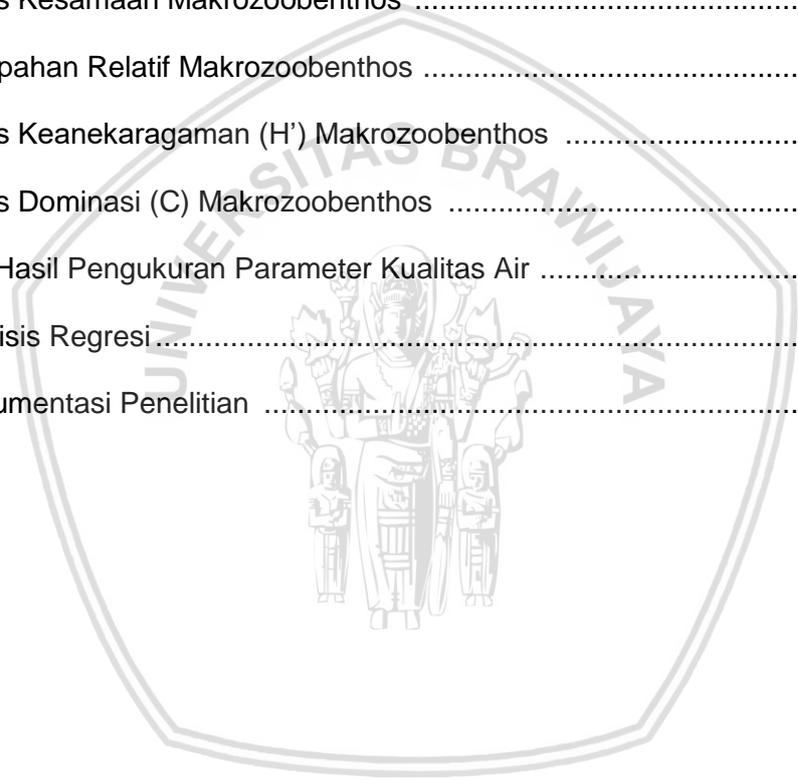


DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Pengaruh pH terhadap benthos	Error! Bookmark not defined.
2. Baku Mutu Parameter Fisika dan Kimia	Error! Bookmark not defined.
3. Klasifikasi Makrozoobenthos Yang Didapatkan Selama Penelitian	Error! Bookmark not defined.
4. Data Hasil Pengukuran Suhu Selama Penelitian	Error! Bookmark not defined.
5. Data Hasil Pengukuran Kecepatan Arus Selama Penelitian	Error! Bookmark not defined.
6. Data Hasil Pengukuran pH Selama Penelitian .	Error! Bookmark not defined.
7. Data Hasil Pengukuran Oksigen Terlarut Selama Penelitian	Error! Bookmark not defined.
8. Data Hasil Pengukuran Amonia Selama Penelitian	Error! Bookmark not defined.
9. Hasil Analisis Regresi Amonia dengan Kelimpahan Makrozoobenthos ...	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Alat dan Bahan Penelitian.....	46
2. Peta Lokasi dan Denah Pengambilan Sampel.....	47
3. Hasil Identifikasi Makrozoobenthos.....	48
4. Kelimpahan Makrozoobenthos	55
5. Indeks Kesamaan Makrozoobenthos	56
6. Kelimpahan Relatif Makrozoobenthos	57
7. Indeks Keanekaragaman (H') Makrozoobenthos	59
8. Indeks Dominasi (C) Makrozoobenthos	61
9. Data Hasil Pengukuran Parameter Kualitas Air	63
10. Analisis Regresi.....	64
11. Dokumentasi Penelitian	66



I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sumber air yang digunakan pada kegiatan budidaya di Unit Pelaksana Teknis Pengembangan Teknologi Perikanan Budidaya dan Pengolahan Produk Kelautan dan Perikanan (UPT PTPBP2KP) Kepanjen Kabupaten Malang berasal dari air sumur bor dan air sungai Molek. Air sumur bor digunakan untuk kegiatan budidaya ikan nila (*Oreochromis niloticus*), sedangkan sumber air yang berasal dari aliran sungai Molek digunakan untuk budidaya ikan lele (*Clarias gariepinus*). Berbagai aktivitas manusia di sekitar UPT PTPBP2KP dan limbah hasil budidaya perikanan dapat mempengaruhi kualitas perairan sungai yang akan berdampak terhadap organisme yang hidup didalamnya. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Purnomo *et al.* (2014), dimana kegiatan budidaya secara intensif juga dilakukan dengan pemberian pakan buatan yang berlebihan sehingga meningkatkan sisa pakan dan menambah kandungan bahan organik di perairan. Tingginya bahan organik di perairan sungai dapat menyebabkan kualitas perairan menjadi kurang optimal bagi kelangsungan hidup makrozoobenthos.

Kegiatan budidaya pada UPT PTPBP2KP Kepanjen menghasilkan limbah perikanan yang dibuang kedalam sungai sehingga dapat mempengaruhi kehidupan organisme yang hidup didalamnya. Sungai merupakan salah satu ekosistem air tawar yang memiliki aliran air dikarenakan adanya arus. Sungai menjadi habitat bagi banyak organisme, sehingga adanya limbah buangan dapat merubah kondisi perairan. Perubahan kondisi perairan tersebut dapat mempengaruhi organisme yang ada dalam suatu perairan (Anwar, 2001). Limbah yang membawa bahan-bahan terlarut lama kelamaan akan melebihi kemampuan sungai untuk memulihkan diri (*self purification*) sehingga menyebabkan terjadinya pencemaran yang akan berpengaruh negatif pada organisme yang ada di

dalamnya. Perubahan kondisi perairan yang menurun dapat menyebabkan keberadaan organisme semakin sedikit (Effendi, 2003).

Salah satu jenis organisme perairan yang dipengaruhi oleh perubahan lingkungan dan kualitas perairan yaitu makrozoobenthos. Makrozoobenthos merupakan organisme yang sifat hidupnya menetap di dasar perairan dan memiliki daya adaptasi yang bervariasi akan perubahan lingkungan (Ridwan *et al.*, 2016). Perubahan kualitas suatu perairan dapat menentukan komposisi dan kelimpahan dari keberadaan makrozoobenthos, oleh karena itu makrozoobenthos dapat digunakan sebagai bioindikator kondisi suatu perairan karena hidupnya yang menetap dan mobilitasnya yang rendah (Mushtofa *et al.*, 2014).

Keberadaan makrozoobenthos di suatu perairan dapat memperkirakan kondisi suatu perairan. Struktur komunitas makrozoobenthos diperairan dapat digambarkan melalui keragaman dan kelimpahannya (Odum, 1993). Pola penyebaran makrozoobenthos sangat dipengaruhi oleh pasang surut, sifat fisika-kimia perairan dan kondisi substrat perairan. Keberadaan dan kepadatan makrozoobenthos juga dipengaruhi oleh ketersediaan makanan dan juga tingkat predasi pemangsanya. Sifat fisika yang paling berpengaruh terhadap keberadaan makrozoobenthos yaitu suhu, kedalaman dan arus. Sedangkan sifat kimia yang berpengaruh terhadap keberadaan makrozoobenthos yaitu nilai pH, oksigen terlarut, dan amonia (Setyobudiandi *et al.*, 2009).

Menurut Odum (1993), komponen biotik dapat memberikan gambaran kondisi fisika dan kimia suatu perairan. Salah satu biota yang dapat digunakan yaitu makrozoobenthos karena peka akan perubahan yang terjadi pada kualitas air sungai. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengkaji keberadaan organisme makrozoobenthos sebagai bioindikator lingkungan perairan sungai sebelum dan sesudah kegiatan budidaya perikanan di UPT PTPBP2KP Kepanjen

yang menggunakan sumber air sungai Molek dan menghasilkan limbah perikanan sehingga dapat merubah komposisi organisme di perairan sungai Molek.

1.2 Perumusan Masalah

Kegiatan budidaya perikanan dilakukan dengan memberikan pakan tambahan untuk mempercepat pertumbuhan ikan. Pakan yang diberikan tidaklah selalu habis dimakan oleh ikan, sehingga menyebabkan sisa-sisa pakan mengendap dan terakumulasi di dasar kolam budidaya. Sisa pakan tersebut lama kelamaan akan terurai menjadi bahan organik. Jika jumlah bahan organik terlalu banyak akan menyebabkan racun di dalam perairan. Limbah yang dihasilkan dari kegiatan budidaya perikanan (sisa pakan dan feses organisme budidaya) di UPT PTPBP2KP dibuang ke sungai sehingga mempengaruhi perubahan sifat fisika kimia sungai Molek. Perubahan kualitas perairan sungai tersebut menyebabkan struktur komunitas makrozoobenthos akan berubah. Berdasarkan uraian diatas, maka rumusan masalah pada penelitian ini yaitu apakah terjadi perubahan kelimpahan dan keanekaragaman makrozoobenthos pada sebelum dan sesudah kegiatan budidaya perikanan di UPT PTPBP2KP Kepanjen?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui perubahan nilai kelimpahan dan keanekaragaman makrozoobenthos pada aliran sungai di sebelum dan sesudah kegiatan budidaya perikanan di UPT PTPBP2KP Kepanjen.

1.4 Kegunaan Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat berguna menjadi sumber informasi dasar tentang kondisi perairan terhadap kelimpahan dan keanekaragaman makrozoobenthos sebelum dan sesudah kegiatan budidaya perikanan di UPT PTPBP2KP Kepanjen.

1.5 Tempat dan Waktu

Penelitian dilaksanakan pada bulan Januari 2018 – Februari 2018. Penelitian dilaksanakan di Unit Pelaksana Teknis Pengembangan Teknologi Perikanan Budidaya dan Pengelolaan Produk Kelautan dan Perikanan, Kepanjen, Malang, Jawa Timur. Sedangkan pengukuran kualitas air dilakukan di laboratorium Unit Pelaksana Teknis Perikanan Air Tawar Sumber Pasir, Universitas Brawijaya, Malang.



II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ekosistem Sungai

Ekosistem perairan terbagi menjadi dua, yaitu perairan tenang (*lentic*) dan perairan mengalir (*lotic*). Pergerakan air pada perairan *lotic* terjadi karena adanya perbedaan topografi sehingga terjadi arus yang mengalir dengan kecepatan yang bervariasi. Contoh dari perairan *lotic* yaitu sungai, kali, kanal dan parit. Sungai merupakan wadah aliran air yang dimulai dari hulu hingga ke hilir, dengan bagian kanan dan kirinya dibatasi oleh garis sepadan (Anwar, 2011). Sungai berperan sebagai jalur transportasi aliran air yang mengangkut berbagai jenis bahan dan zat yang terlarut di dalamnya. Sungai juga merupakan habitat bagi organisme akuatik, sehingga memberi gambaran terhadap kondisi perairan sungai (Barus, 2004).

Ekosistem sungai terdiri dari interaksi antara komponen biotik dengan komponen abiotik sehingga membentuk suatu kesatuan dan memiliki keterkaitan satu sama lain (Asdak, 2002). Sungai menjadi habitat yang sangat penting bagi organisme di dalamnya sebagai tempat menetap, mencari makan dan berkembang biak, salah satu organisme yang hidup dalam ekosistem sungai yaitu makrozoobenthos. Kegiatan budidaya dan adanya aktivitas masyarakat disekitar aliran sungai akan memberikan dampak negatif terhadap kualitas air sungai yang dapat mengakibatkan ekosistem sungai menjadi rusak. Ekosistem sungai yang telah rusak akan berdampak pada keberadaan organisme perairan seperti perubahan struktur komunitas makrozoobenthos. Penurunan kelimpahan dan komposisi dari makrozoobenthos merupakan indikator adanya gangguan ekologi pada perairan sungai (Mushthofa *et al.*, 2014). Ekosistem yang stabil memiliki ciri keanekaragaman yang tinggi, dimana tidak terdapat dominasi spesies dan jumlah individu setiap spesies terbagi secara merata.

2.2 Makrozoobenthos

Benthos merupakan biota yang hidup di dasar perairan dan terdiri dari fitobenthos (flora) dan zoobenthos (fauna). Berdasarkan ukurannya, benthos yang tersaring pada saringan berukuran 0,5 mm disebut makrobenthos, sedangkan yang lolos saringan tergolong kelompok meiobenthos dan mikrobenthos (McIntyre *et al.*, 1984 dalam Setyobudiandi *et al.*, 2009). Makrozoobenthos merupakan salah satu organisme akuatik yang hidupnya menetap pada dasar perairan, memiliki daur hidup yang lama, pergerakan yang relatif lambat serta dapat merespon kondisi suatu perairan (Fadillah *et al.*, 2016).

Menurut Siahaan *et al.*, (2012), makrozoobenthos merupakan hewan yang hidupnya menetap di dasar sungai. Organisme benthik tersebut selalu terdedah air sungai dan juga memiliki umur yang cukup panjang. Menurut Setyobudiandi *et al.* (2009), berdasarkan cara makannya, makrozoobenthos dikelompokkan kedalam *filter feeder* atau mengambil makanan dengan cara menyaring air dan *deposit feeder* atau mengambil makanan dari permukaan dan di dalam substrat dasar perairan.

Struktur komunitas makrozoobenthos dapat digambarkan melalui keragaman dan kelimpahannya dalam suatu luasan tertentu. Pertimbangan nilai komunitas yang baik dicerminkan dari tingginya biomassa yang disusun oleh organisme yang hidup dalam jangka waktu lama serta tingginya kelimpahan dan keragaman spesies penyusun didalamnya (Sudaryanto, 2001). Indeks keanekaragaman makrozoobenthos dapat menunjukkan kondisi dan kualitas perairan sungai (Angelier, 2003).

2.3 Makrozoobenthos Sebagai Bioindikator Perairan

Bioindikator merupakan penggunaan organisme untuk mendapatkan informasi terhadap kualitas suatu lingkungan. Organisme yang dapat digunakan

sebagai bioindikator lingkungan perairan hendaknya memiliki ciri-ciri sebagai berikut, (1) harus memiliki kepekaan akan perubahan lingkungan dengan respon yang cepat, (2) harus memiliki daur hidup yang cukup kompleks sepanjang tahun dan akan mati apabila kondisi lingkungan melebihi batas toleransinya, (3) hidup bersifat sesil dan (4) tidak mudah dan tidak cepat bermigrasi (Wardhana, 2006). Makrozoobenthos merupakan salah satu jenis organisme yang dapat digunakan sebagai bioindikator perairan karena memiliki sifat *ubiquitous* atau sebaran yang luas dan jumlah spesiesnya lebih banyak sehingga dapat memberikan spektrum respon akibat tekanan lingkungan. Selain itu, cara hidup makrozoobenthos yang menetap pada habitatnya dapat menjelaskan perubahan temporal kondisi suatu perairan (Mushtofa *et al.*, 2014).

Dalam suatu ekosistem perairan, makrozoobenthos, meiofauna dan foraminifera menjadi bagian dari rantai makanan sehingga keberadaannya tergantung kepada organisme yang tingkatannya lebih rendah. Makrozoobenthos, meiofauna dan foraminifera merupakan organisme yang hidupnya menetap di dasar perairan sehingga setiap organisme tersebut dapat menjadi indikator pencemaran sungai, hal tersebut karena komunitas makrozoobenthos dipengaruhi oleh kondisi lingkungan perairan (Noortiningsih *et al.*, 2008). Komunitas benthos dapat dibedakan juga berdasarkan pergerakannya yaitu benthos yang hidup menetap (*sesile*) dan benthos yang hidupnya berpindah-pindah (*motile*). Benthos yang hidupnya menetap sering digunakan sebagai indikator kondisi perairan (Setyobudiandi *et al.*, 2009).

2.4 Faktor Lingkungan yang Mempengaruhi Makrozoobenthos

Menurut Nybakken (1992), sifat fisika maupun kimia perairan sangat penting dalam ekologi karena sifat fisika maupun kimia dapat mempengaruhi kehidupan organisme didalam perairan. Oleh karena itu selain melakukan

pengamatan terhadap makrozoobenthos, perlu juga dilakukan pengamatan terhadap sifat fisika kimia perairan karena dapat mempengaruhi keberadaan makrozoobenthos. Fisika kimia perairan yang mempengaruhi makrozoobenthos di antaranya yaitu:

2.4.1 Suhu

Suhu merupakan derajat panas dingin suatu perairan. Suhu menjadi salah satu faktor yang mengontrol kehidupan dan persebaran organisme dalam perairan. Suhu dapat mempengaruhi pertumbuhan dan juga aktivitas metabolisme organisme di dalam suatu perairan sehingga kebutuhan akan oksigen terlarut akan mengalami peningkatan. Kenaikan suhu pada perairan sebesar 10°C mengakibatkan peningkatan konsumsi oksigen oleh organisme akuatik sebanyak dua hingga tiga kali lipat (Effendi, 2003).

Suhu perairan menjadi faktor yang paling banyak mendapatkan perhatian pada setiap penelitian. Data suhu perairan bukan hanya untuk mempelajari gejala fisika dalam perairan tersebut, akan tetapi erat kaitannya dengan kehidupan organisme yang ada di dalamnya. Organisme perairan dapat hidup dengan batas-batas suhu tertentu. Organisme yang memiliki toleransi terhadap suhu yang tinggi disebut *euriterm*. Sedangkan organisme yang memiliki toleransi rendah terhadap suhu disebut *stenoterm* (Nontji, 2007).

2.4.2 Kecepatan Arus

Aliran air sungai merupakan suatu proses yang cukup kompleks karena air bergerak turun melalui kanal sungai akibat adanya pengaruh gaya gravitasi. Kecepatan arus pada sungai akan mengalir secara proporsional terhadap kemiringan yang dimiliki sungai. Tingkat kemiringan yang besar atau curam menyebabkan arus bergerak lebih cepat dibandingkan dengan tingkat kemiringan landai (Putra, 2014). Oleh karena itu kecepatan arus menjadi salah satu parameter

fisik yang dapat mempengaruhi keberadaan makrozoobenthos (Ridwan *et al.*, 2016).

Kecepatan arus merupakan salah satu parameter yang penting untuk diamati karena merupakan faktor pembatas bagi keberadaan organisme yang ada di dalam sungai. Kecepatan arus pada sungai berfluktuasi antara 0,09 – 1,40 m/detik dan akan semakin melambat menuju ke hilir. Faktor yang mempengaruhi kecepatan arus di sungai meliputi gravitasi, lebar sungai dan juga material yang terbawa oleh air sehingga menyebabkan kecepatan arus pada bagian hulu lebih besar dibandingkan pada bagian hilir sungai (Menurut Angelier, 2003 dalam Siahaan *et al.*, 2011).

2.4.3 Derajat Keasaman (pH)

Organisme perairan memiliki kemampuan toleransi yang berbeda-beda sehingga distribusi organisme perairan juga dipengaruhi oleh kadar pH perairan. pH dalam perairan dipengaruhi oleh banyak faktor diantaranya suhu, oksigen terlarut dan amonia. Perairan dengan pH yang terlalu tinggi menyebabkan gangguan pada pertumbuhan organisme perairan, sedangkan pH yang terlalu rendah dapat menyebabkan kematian bagi organisme perairan. Sebagian besar organisme perairan sensitif terhadap perubahan pH dan dapat mentoleransi pH dengan kisaran 7 – 8,5 (Effendi, 2003). Pengaruh pH terhadap keberadaan benthos diperairan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengaruh pH terhadap benthos (Effendi, 2003)

Kadar pH	Pengaruh Umum
6,0 – 6,5	Keanekaragaman benthos sedikit menurun.
5,5 – 6,0	Penurunan nilai keanekaragaman benthos semakin tampak.
5,0 – 5,5	Penurunan keanekaragaman dan komposisi jenis benthos besar.
4,5 – 5,0	Penurunan keanekaragaman dan komposisi benthos semakin besar yang diikuti dengan penurunan kelimpahan total dan biomassa benthos.

Pescod (1973) dalam Retnowati (2003), mengungkapkan bahwa organisme perairan memiliki kemampuan yang berbeda dalam mentoleransi pH perairan. Air normal yang memenuhi syarat untuk suatu kehidupan benthos mempunyai pH berkisar antara 6,5-7,5. Air limbah dan bahan buangan dari berbagai kegiatan yang dibuang ke suatu badan perairan dapat mengubah pH air yang akhirnya dapat mengganggu kehidupan organisme di dalamnya.

2.4.4 Oksigen Terlarut (DO)

Oksigen terlarut (DO) merupakan jumlah oksigen yang tersedia di dalam perairan. Oksigen di perairan berasal dari proses fotosintesis tanaman air maupun fitoplankton serta difusi dari udara (Odum, 1993). Oksigen terlarut dibutuhkan bagi setiap organisme tidak terkecuali makrozoobenthos karena mempengaruhi aktifitas dan kehidupan organisme. Konsentrasi oksigen terlarut dalam perairan dapat disebabkan oleh koloidal yang terdapat di perairan maupun dari jumlah larutan limbah yang terlarut dalam perairan (Retnowati, 2003).

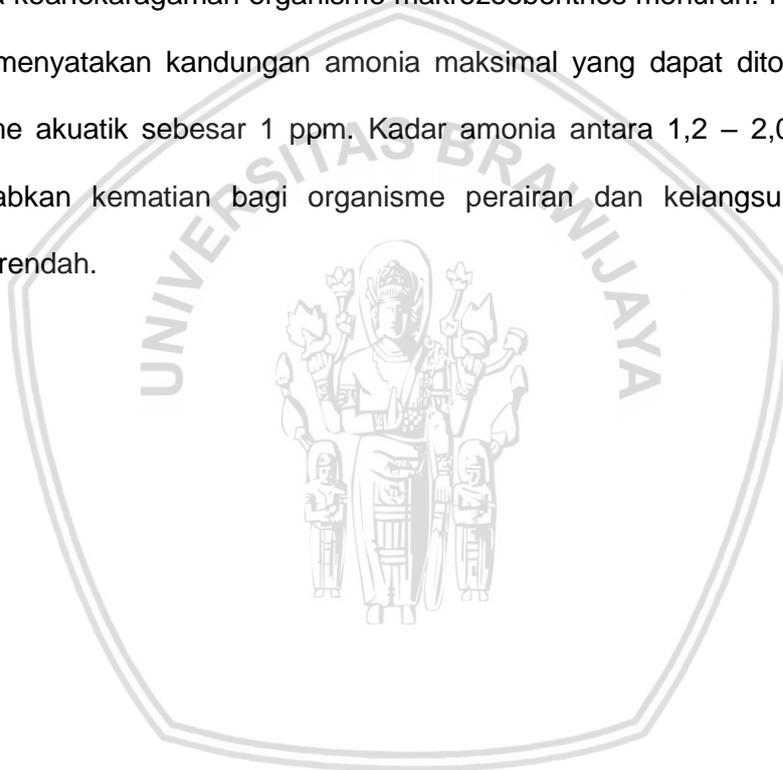
Oksigen terlarut sangat penting bagi pernapasan organisme benthos. Air yang tercemar pada umumnya memiliki kandungan oksigen terlarut yang sangat rendah. Hasil dekomposisi maupun proses oksidasi bahan organik dapat menurunkan kadar oksigen terlarut hingga mencapai nol (anaerob). Suhu yang meningkat sebesar 1°C akan meningkatkan konsumsi oksigen sebesar 10% (Effendi, 2003).

2.4.5 Amonia

Amonia di dalam perairan berasal dari sisa metabolisme organisme yang terlarut dalam air. Hal yang dapat menyebabkan konsentrasi amonia meningkat yaitu apabila kadar oksigen terlarut di perairan mengalami penurunan. Kadar amonia yang tinggi dapat di jadikan sebagai indikasi adanya pencemaran bahan organik yang berasal dari limbah domestik dan limpasan pupuk pertanian.

Adapun sumber amonia di perairan yaitu dari hasil pemecahan nitrogen organik berupa tumbuhan dan biota akuatik yang telah mati (Dauhan *et al.*, 2014).

Limbah yang mengandung nitrogen dan fosfor dapat mengakibatkan terjadinya eutrofikasi pada suatu perairan. Eutrofikasi tersebut dapat terjadi pembusukan dan pengendapan sehingga kadar oksigen berkurang (Muslin, 2009). Eutrofikasi dapat diikuti oleh proses dekomposisi bahan organik, kondisi tersebut menyebabkan oksigen terlarut menurun dan meningkatnya amonia di perairan sehingga keanekaragaman organisme makrozoobenthos menurun. Fitriana *et al.* (2013), menyatakan kandungan amonia maksimal yang dapat ditoleransi oleh organisme akuatik sebesar 1 ppm. Kadar amonia antara 1,2 – 2,0 ppm akan menyebabkan kematian bagi organisme perairan dan kelangsungan hidup menjadi rendah.



3. MATERI DAN METODE PENELITIAN

3.1 Materi Penelitian

Materi dalam penelitian ini adalah makrozoobenthos yang diambil dari sungai Molek, Kepanjen untuk dihitung kelimpahan dan keanekaragamannya. Selain itu dilakukan pengukuran parameter kualitas air yang terdiri dari parameter fisika (suhu dan kecepatan arus) dan parameter kimia (pH, oksigen terlarut (DO) dan amonia).

3.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini terbagi menjadi beberapa prosedur yaitu pengukuran kualitas air, pengambilan sampel dan identifikasi makrozoobenthos. Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian dapat dilihat pada **Lampiran 1**.

3.3 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survei yang menggambarkan keadaan lokasi penelitian secara nyata keadaan di lapang dan dibuktikan dengan analisis data. Menurut Samsaya (2011), metode survei merupakan suatu kegiatan penelitian berupa pengamatan atau observasi secara pasif dalam pengumpulan data. Metode survei merupakan cara utama dalam mengumpulkan data yang dilakukan tidak hanya terbatas pada pengumpulan dan penyusunan, tetapi meliputi analisis dan pembahasan data tersebut sehingga memberikan gambaran secara umum, sistematis, aktual dan valid.

Menurut Umar (2002), metode survei merupakan riset yang dilakukan untuk mendapatkan fakta tentang gejala-gejala atas segala permasalahan yang ada. Fakta-fakta yang ada digunakan sebagai pemecah masalah daripada digunakan untuk pengujian hipotesis. Metode survei dapat membantu untuk

membandingkan kondisi yang ada dengan kriteria yang telah ditentukan sehingga dapat dilakukan dengan cara sensus maupun sampling. Adapun sumber data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu data primer dan data sekunder.

3.3.1 Data Primer

Data primer merupakan data yang didapatkan langsung dari sumber (pertama) dilapangan tanpa melalui perantara. Observasi atau pengamatan secara langsung merupakan dasar fundamental dari semua metode riset. Observasi melibatkan pencatatan sistematis dan etis sesuai apa yang ada di lapangan dengan tujuan menggali perspektif peneliti terhadap kondisi lingkungan yang ingin diamati, aktivitas yang berlangsung serta individu yang terlibat (Daymon dan Holloway, 2008). Data primer merupakan data yang dikumpulkan, diolah dan diterbitkan sendiri oleh organisasi yang melakukannya sehingga periset harus melakukan pengumpulan data sendiri (Istijanto dan Com, 2005). Data primer yang diambil dalam penelitian ini berupa parameter kualitas air yaitu suhu, derajat keasaman (pH), oksigen terlarut (DO), kecepatan arus dan amonia, serta jumlah kelimpahan dan keanekaragaman makrozoobenthos.

3.3.2 Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang telah diterbitkan sebelumnya dari harian, majalah, bulletin dan media masa lain yang bertujuan mendukung data primer (Kuswadi dan Mutiara, 2004). Data sekunder pada penelitian skripsi ini diperoleh dari jurnal penelitian, buku, internet, laporan penelitian serta laporan-laporan pustaka yang menunjang penelitian ini.

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Penentuan Stasiun Pengambilan Sampel

Penelitian dilakukan di UPT PTPBP2KP Kepanjen, Malang, Jawa Timur yang terletak pada koordinat $112^{\circ}17'$ sampai $112^{\circ}57'$ Bujur Timur dan $7^{\circ}44'$ sampai $8^{\circ}26'$ Lintang Selatan. Peta dan denah lokasi penelitian dapat dilihat pada **Lampiran 2**. Lokasi pengambilan sampel didasarkan pada tujuan untuk mengetahui perbandingan kelimpahan dan keanekaragaman makrozoobenthos pada proses sebelum dan sesudah kegiatan budidaya perikanan. Pengambilan sampel makrozoobenthos terdiri dari 2 stasiun berdasarkan perbedaan lingkungan penelitian yang dimulai dari bagian sungai sebelum masuk ke dalam kolam pengendapan dan pada saluran keluar (outlet). Stasiun I terletak pada koordinat $112^{\circ}34'05''$ Bujur Timur dan $8^{\circ}08'45''$ Lintang Selatan yang merupakan daerah sungai sebelum masuk ke dalam UPT PTPBP2KP. Stasiun II terletak pada koordinat $112^{\circ}34'04''$ Bujur Timur dan $8^{\circ}08'47''$ Lintang Selatan yang merupakan saluran outlet kolam budidaya.

3.4.2 Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel makrozoobenthos dilakukan dengan menggunakan *ekman grab* yang memiliki ukuran 20 x 20 cm. Pengambilan sampel dilakukan dengan 3 kali ulangan pada tiap stasiun. Sampel diambil menggunakan alat *ekman grab* sehingga substrat di dasar perairan dapat terambil. Sampel yang didapat dalam *ekman grab* dikeluarkan dan disaring menggunakan saringan dengan lebar lubang minimal 0.5 mm sehingga organisme yang lebih kecil tidak ikut diamati dalam penelitian ini. Materi yang terdapat dalam saringan disortir menggunakan tangan dan diletakkan ke dalam sebuah wadah. Sampel yang telah dimasukkan ke dalam wadah ditambahkan alkohol 50% dengan cara menambahkan air pada wadah sampel hingga mencapai seperempat volume wadah, kemudian diberikan

alkohol 50% sebanyak seperempat dari volume wadah dan diaduk agar tercampur secara merata. Wadah di tutup rapat dan dibawa ke laboratorium untuk disortir kembali menggunakan bantuan kuas dan kaca pembesar. Organisme yang diperoleh diseleksi dan dikelompokkan berdasarkan kesamaan bentuk morfologi dan selanjutnya diidentifikasi menggunakan buku identifikasi Edmonson (1963), Dholakia (2013) dan Morris (1966).

3.5 Pengukuran Kualitas Air

3.51 Suhu

Pengukuran suhu dilakukan menggunakan alat thermometer alkohol. Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) No.06-6989.23-2005, dalam pengukuran suhu perairan digunakan thermometer dengan skala celsius ($^{\circ}\text{C}$) dengan cara :

1. Memasukkan thermometer kedalam air secara vertikal hingga bagian thermometer yang ber alkohol terendam dalam air
2. Membiarkan selama 3 menit sampai dengan 5 menit
3. Mengangkat dan melihat nilai suhunya
4. Setelah didapatkan hasil, mencatat hasilnya dalam skala $^{\circ}\text{C}$

3.5.2 Kecepatan Arus

Pengukuran kecepatan arus pada penelitian ini menggunakan alat modifikasi *current meter* yang dibuat menggunakan botol plastik berisi air yang dapat melayang di air yang diikatkan dengan tali sepanjang 5 meter. Prosedur pengukuran kecepatan arus dilakukan dengan cara sebagai berikut:

1. Melepaskan botol bersamaan dengan menekan tombol *start* pada *stopwatch*.
2. Mencatat waktu yang dicapai saat tali yang sudah terbentang sepanjang 5 meter.

3. Menghitung kecepatan arus dengan rumus:

$$V = \frac{D}{t}$$

Keterangan:

- V : Kecepatan arus (m/detik)
D : Jarak lintasan (5 meter)
t : Waktu tempuh jarak lintasan (detik)

3.5.3 Derajat Keasaman (pH)

Alat yang digunakan dalam penelitian ini untuk pengukuran derajat keasaman (pH) perairan yaitu menggunakan pH meter dengan merek *crisbow* dengan tipe pH *Testr 30*. Sesuai dengan manual prosedur penggunaan, cara kerja pH meter ini adalah sebagai berikut:

1. Mengkalibrasi sensor pH meter tipe pH *Testr 30* dengan menggunakan aquades.
2. Memasukkan sensor pH meter ke dalam air sampel
3. Setelah angka yang tertera pada pH meter stabil, mencatat hasil pH tersebut

3.5.4 Oksigen Terlarut (DO)

Pengukuran oksigen terlarut pada penelitian ini menggunakan alat DO meter bermerek *Lutron* dengan tipe DO-5510. Sesuai dengan manual prosedur penggunaan, cara kerja DO meter ini adalah sebagai berikut:

1. Mengkalibrasi DO meter tipe *Lutron-DO5510* dengan aquades.
2. Mengeringkan elektroda menggunakan tisu.
3. Memasukkan bagian ujung elektroda ke dalam air sampel yang diuji sampai DO meter menunjukkan pembacaan yang tetap.
4. Mencatat hasil pembacaan skala atau angka pada tampilan dari DO meter.

3.5.5 Amonia

Menurut SNI (1990), prosedur pengukuran kadar amonia dilakukan di dalam laboratorium dengan cara sebagai berikut :

1. Menyaring air sampel agar bahan yang berbentuk partikel terambil dari air sampel tersebut, kemudian diambil 50 ml.
2. Memasukkan air sampel kedalam Erlenmeyer lalu ditambahkan 1 ml pereaksi nessler dan diaduk rata.
3. Menunggu hingga ± 10 menit agar terbentuk warna dengan sempurna. Kemudian larutan dimasukkan ke dalam cuvet.
4. Memasukkan cuvet ke dalam spektrofotometer tipe *UN VIS* dengan panjang gelombang 425 μm , lalu mencatat hasilnya.

3.6 Analisis Data

Data parameter fisika-kimia perairan didapatkan dari data primer melalui analisa yang dilakukan di Laboratorium Unit Pelaksana Teknis Perikanan Air Tawar Sumber Pasar, Universitas Brawijaya Malang. Parameter fisika-kimia perairan yang terukur dianalisa secara deskriptif yaitu dengan membandingkan parameter fisika-kimia yang diukur dengan baku mutu air menurut PP. RI. No. 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air Kelas III yaitu air yang penggunaannya diperuntukkan bagi kegiatan perikanan. Data yang telah diperoleh kemudian disajikan dalam bentuk grafik dan tabel sehingga dapat memberikan informasi mengenai tingkat pencemaran yang terjadi pada sungai Molek di UPT PTPBP2KP Kepanjen. Nilai baku mutu untuk kegiatan budidaya dari tiap parameter fisika-kimia perairan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Baku Mutu Parameter Fisika dan Kimia

Parameter	Nilai baku mutu	Sumber
Suhu	26-30 °C	SNI Tahun 2011
pH	6-9	PP RI No. 82 Tahun 2001
Oksigen terlarut (DO)	≥ 3 mg/l	PP RI No. 82 Tahun 2001
Amonia (NH ₃)	≤ 0,5 mg/l	PP RI No. 82 Tahun 2001

Data makrozoobenthos yang didapatkan dihitung kelimpahan dan kelimpahan relatif, indeks keanekaragaman, indeks dominasi dan indeks kesamaan serta dilakukan uji regresi untuk mengetahui hubungan antara kadar amonia dengan kelimpahan makrozoobenthos.

a. Kelimpahan

$$K = \frac{\text{Jumlah individu suatu jenis}}{\text{Luas penampang alat}}$$

b. Kelimpahan Relatif

$$KR = \frac{n_i}{N} \times 100\%$$

Keterangan rumus

n_i : Jumlah individu setiap jenis

N : Jumlah total individu

i : Jenis spesies 1,2,3,4,...,14

c. Indeks Keanekaragaman

Penilaian kualitas air dapat dilakukan berdasarkan indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (Suwondo *et al.*, 2004) yaitu:

- Air tidak tercemar jika indeks keanekaragaman > 3,0
- Air tercemar sedang jika indeks keanekaragaman 1,0-3,0
- Air tercemar berat jika indeks keanekaragaman dibawah 1,0

$$H' = - \sum p_i \ln p_i$$

Keterangan rumus:

H' : Indeks Keanekaragaman

\ln : logaritma Nature

p_i : $\sum n_i / N$

n_i : Jumlah individu setiap jenis

N : Jumlah total individu

i : Jenis spesies 1,2,3,4,...,14

d. Indeks Dominasi

$$C = \sum \left(\frac{n_i}{N} \right)^2$$

Keterangan rumus:

C : Indeks Dominasi

n_i : Jumlah individu setiap jenis

N : Jumlah total individu

i : Jenis spesies 1,2,3,4,...,14

e. Indeks Kesamaan

Menurut Widyarini *et al.* (2017), penentuan tingkat kesamaan dilakukan dengan menggunakan indeks similaritas Bray-Curtis dengan rumus:

$$I_b = \left(1 - \frac{\sum |X_i - Y_i|}{\sum |X_i + Y_i|} \right) \times 100\%$$

Keterangan rumus:

I_b : Indeks similaritas Bray-Curtis

X_i : Kelimpahan jenis ke- i pada stasiun 1

Y_i : Kelimpahan jenis ke- i pada stasiun 2

i : Jenis spesies 1,2,3,4,...,14

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Keadaan Umum Lokasi Penelitian

Unit Pelaksanaan Teknis Pengembangan Teknologi Perikanan Budidaya dan Pengelolaan Produk Kelautan dan Perikanan (UPT PTPBP2KP) Kepanjen terletak di Desa Panggungrejo, Kecamatan Kepanjen, Kabupaten Malang, Jl. Trunojoyo No. 12 dengan letak kordinat Unit Pelaksanaan Teknis Pengembangan Teknologi Perikanan Budidaya dan Pengelolaan Produk Kelautan dan Perikanan (UPT PTPBP2KP) Kepanjen terletak di Desa Panggungrejo, Kecamatan Kepanjen, Kabupaten Malang, Jl. Trunojoyo No. 12 dengan letak topografis $112^{\circ}34'30''$ - $122^{\circ}35'36''$ BT dan $8^{\circ}7'30''$ – $8^{\circ}11'35''$ LS, dimana termasuk kedalam dataran rendah dengan ketinggian 358 m di atas permukaan laut. $112^{\circ}34'30''$ - $122^{\circ}35'36''$ BT dan $8^{\circ}7'30''$ – $8^{\circ}11'35''$ LS, lokasi UPT PTPBP2KP Kepanjen termasuk kedalam dataran rendah dengan ketinggian 358 m di atas permukaan laut. Sungai Molek merupakan sungai yang melintasi Kecamatan Kepanjen dan juga digunakan sebagai sumber air dari kegiatan budidaya. Sepanjang aliran sungai Molek di daerah kabupaten Kepanjen berada disekitar pamukiman warga dan berbagai tempat umum sehingga ada buangan limbah yang masuk kedalam sungai Molek tersebut. Adanya kegiatan budidaya perikanan juga menghasilkan limbah perikanan yang masuk kedalam sungai Molek di Kepanjen. Limbah yang masuk ke dalam sungai tersebut akhirnya dapat diduga mempengaruhi kondisi perairan sungai Molek dan juga organisme yang ada di dalamnya.

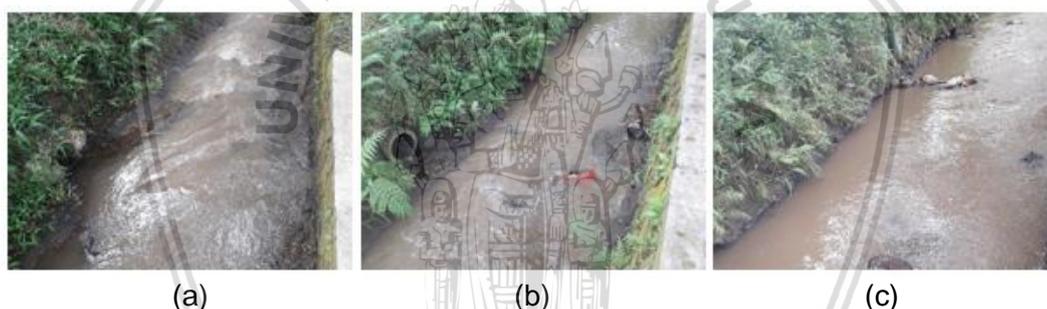
4.2 Deskripsi Stasiun Pengamatan

Berdasarkan pertimbangan dan hasil pengamatan di lapang, maka dalam penelitian ini ditentukan 2 stasiun utama yang memiliki 3 substasiun. Pengambilan sampel makrozoobentos dilakukan sebanyak 3 kali ulangan dengan interval

selama 14 hari (hari ke-1, ke-15 dan ke-29). Kondisi dasar atau substrat pada setiap stasiun didominasi oleh lumpur dan pasir. Stasiun pengamatan merupakan titik di sungai yang terletak sebelum kegiatan budidaya dan sesudah kegiatan budidaya perikanan yang menggunakan sumber air dari sungai molek (**Gambar 1** dan **Gambar 2**).



Gambar 1. Stasiun Pengamatan 1 (a) Stasiun 1-A1 (b) Stasiun 1-A2 (c) Stasiun 1-A3



Gambar 2. Stasiun Pengamatan 2 1 (a) Stasiun 2-B1 (b) Stasiun 2-B2 (c) Stasiun 2-B3

Stasiun 1 merupakan aliran sungai yang masuk (inlet) kedalam UPT PTPBP2KP Kepanjen yang dibagi menjadi 3 substasiun (1-A1, 1-A2 dan 1-A3) dengan jarak 10 meter antar substasiun. Air sungai yang masuk tersebut di endapkan terlebih dahulu sebelum digunakan untuk kegiatan budidaya perikanan. Sedangkan stasiun 2 merupakan buangan saluran keluar (outlet) dari kegiatan budidaya perikanan di UPT PTPBP2KP Kepanjen ke Sungai Molek yang juga dibagi menjadi 3 substasiun (2-B1, 2-B2 dan 2-B3) dengan jarak 10 meter antar substasiun.

4.3 Analisis Makrozoobenthos

4.3.1 Klasifikasi Makrozoobenthos

Penelitian makrozoobenthos dilakukan pada 2 stasiun utama dimana setiap stasiun dibagi menjadi 3 sub-stasiun. Stasiun pertama terletak pada aliran Sungai Molek sebelum masuk kedalam UPT PTPBP2KP Kepanjen, sedangkan stasiun kedua terletak pada bagian aliran sungai yang terkena hasil buangan limbah budidaya perikanan di UPT PTPBP2KP Kepanjen. Rincian hasil identifikasi sampel dari tiap stasiun dapat dilihat pada **Lampiran 3**. Berdasarkan hasil dari penelitian ini didapatkan klasifikasi makrozoobenthos sebagai berikut:

Tabel 3. Klasifikasi Makrozoobenthos Yang Didapatkan Selama Penelitian

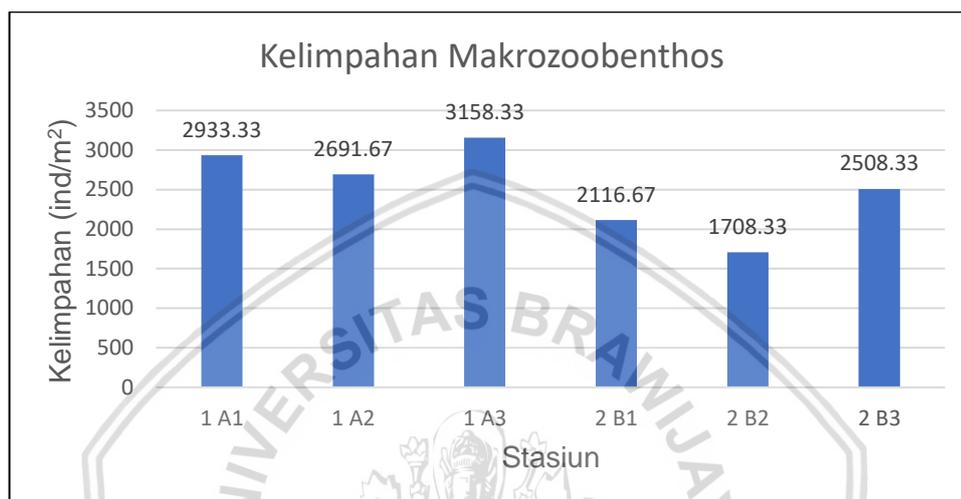
Phylum	Class	Ordo	Family	Genus	Spesies		
Mollusca	Gastropoda	Architaenioglossa	Viviparidae	Filopaludina	<i>Filopaludina javanica</i>		
		Caenogastropoda	Thiaridae	Melanoides	<i>Melanoides plicaria</i>		
					<i>Melanoides punctata</i>		
						Stenomelania	<i>Stenomelania boninensis</i>
					Tarebia	<i>Tarebia granifera</i>	
					Thiara	<i>Thiara balonnensis</i>	
				Pachychilidae	Faunus	<i>Faunus ater</i>	
		Neogastropoda	Nassariidae	Clea	<i>Clea helena</i>		
			Venerida	Cyrenidae	Corbicula	<i>Corbicula javanica</i>	
Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Gecarcinucidae	Parathelphusa	<i>Parathelphusa convexa</i>		
	Insecta	Diptera	Chironomidae	Chironomus	<i>Chironomus sp</i>		
Annelida	Clitellata	Haplotaxida	Naididae	Tubifex	<i>Tubifex sp</i>		
				Branchiura	<i>Branchiura sowerbyi</i>		
Σ	3	5	7	8	12	14	

Berdasarkan Tabel 3 di atas, dapat dilihat bahwa makrozoobenthos yang ditemukan pada Sungai Molek sebelum dan sesudah kegiatan budidaya perikanan di UPT PTPBP2KP Kepanjen, Kabupaten Malang, Jawa Timur terdiri atas 3 Filum, 5 Kelas, 7 Ordo, 8 Family, 12 Genus dan 14 Spesies.



4.3.2 Kelimpahan Makrozoobenthos

Kelimpahan makrozoobenthos yang didapatkan selama penelitian merupakan jumlah makrozoobenthos dalam setiap meter persegi. Hasil kelimpahan makrozoobenthos dapat dilihat pada **Gambar 3**. Sedangkan perhitungan kelimpahan makrozoobenthos dapat dilihat pada **Lampiran 4**.



Gambar 3. Grafik Kelimpahan Makrozoobenthos (Ind/m²)

Berdasarkan hasil dari kelimpahan makrozoobenthos pada Gambar 2, dapat dikatakan bahwa kelimpahan makrozoobenthos tertinggi terdapat pada stasiun 1-A3 sebesar 3.158,33 ind/m² yang diikuti oleh stasiun 1-A1 sebesar 2.933,33 ind/m². Hal tersebut dikarenakan pada stasiun 1-A1 dan stasiun 1-A3 merupakan daerah sungai sebelum terkena buangan limbah perikanan sehingga kondisi perairannya masih memiliki kualitas air yang baik dimana suhu yang didapatkan berkisar antara 25,5 – 27°C, kecepatan arus berkisar 0,27 – 0,347 m/s, pH berkisar 6,8 – 7,3, oksigen terlarut berkisar 5,39 – 6,44 mg/l dan kadar amonia berkisar 0,052 – 0,133 mg/l dimana hasil tersebut masih dapat ditoleransi oleh organisme. Sedangkan kelimpahan terendah terdapat pada stasiun 2-B2 sebesar 1.708,33 ind/m². Hal tersebut dikarenakan pada stasiun 2-B2 merupakan daerah sungai yang terkena limbah perikanan sehingga memiliki kualitas air yang kurang baik dibandingkan dengan stasiun lainnya serta pada stasiun 2-B2 memiliki

substrat yang didominasi lumpur pada bagian dasarnya sehingga makrozoobenthos yang ada didalamnya di dominasi oleh jenis *Tubifex* sp. Pada stasiun 2-B1, stasiun 2-B2 dan stasiun 2-B3 mengalami penurunan kelimpahan makrozoobenthos akibat adanya buangan limbah perairan kedalam sungai yang menyebabkan meningkatnya kadar amonia dalam perairan sungai Molek sehingga kualitas air menurun dan mempengaruhi keberadaan makrozoobenthos.

Organisme yang paling banyak ditemukan dalam penelitian ini adalah dari kelas gastropoda. Gastropoda dapat hidup pada lingkungan yang memiliki suhu berkisar 25-32°C dan hidup pada substrat pasir berlumpur (Junita *et al.*, 2013). Menurut Yeanny (2007), gastropoda merupakan hewan yang dapat hidup dan berkembang dengan baik pada berbagai jenis substrat yang memiliki kesediaan makanan, kehidupan gastropoda selalu dipengaruhi oleh kondisi fisik kimia perairan seperti suhu, pH, maupun oksigen terlarut.

4.3.3 Indeks Kesamaan

Indeks kesamaan yang didapatkan dalam penelitian ini sebesar 72,77% (perhitungan indeks kesamaan selengkapnya dapat dilihat pada **Lampiran 5**). Hasil tersebut menunjukkan bahwa stasun 1 (sebelum kegiatan budidaya) dan stasiun 2 (sesudah kegiatan budidaya) memiliki perbedaan pada struktur komunitas makrozoobenthos. Sedangkan 27,33% lainnya merupakan struktur makrozoobenthos yang tidak sama. Perbedaan struktur komunitas makrozoobenthos disebabkan pada stasiun 2 terdapat masukan limbah buangan kegiatan budidaya perikanan sehingga mempengaruhi kondisi kualitas perairan sungai Molek menjadi kurang baik yang berdampak pada penurunan kelimpahan makrozoobenthos. Stasiun 1 didapatkan 3 Filum, 5 Kelas, 7 Ordo, 8 Family, 11 Genus dan 13 Spesies dengan rata-rata kelimpahan sebesar 2.927,78 ind/m². Sedangkan stasiun 2 didapatkan 3 Filum, 5 Kelas, 7 Ordo, 8 Family, 12 Genus dan

14 Spesies dengan rata-rata kelimpahan sebesar 2.111,11 ind/m² dimana telah terjadi penurunan kelimpahan sebesar 816,67 ind/m² atau sebesar 27,9%. Pada stasiun 1 lebih banyak ditemukan jenis gastropoda karena kondisi perairan masih tergolong baik sedangkan pada stasiun 2 lebih banyak ditemukan jenis *Tubifex* sp dan *Chironomus* sp serta ditemukannya spesies *Brachiura sowerbyi* yang menjadi indikasi bahwa kondisi perairan telah tercemar. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Asra (2009), bahwa keberadaan spesies *Brachiura sowerbyi* merupakan indikator dari kualitas perairan yang tercemar. Dan menurut Labbaik *et al.* (2018), *Tubifex tubifex* dan *Brachiura sowerbyi* dapat bertahan pada kondisi lingkungan yang memiliki kandungan bahan organik tinggi serta memiliki kemampuan osmoregulasi yang baik, sehingga dapat menyesuaikan diri terhadap kondisi lingkungan yang ekstrim.

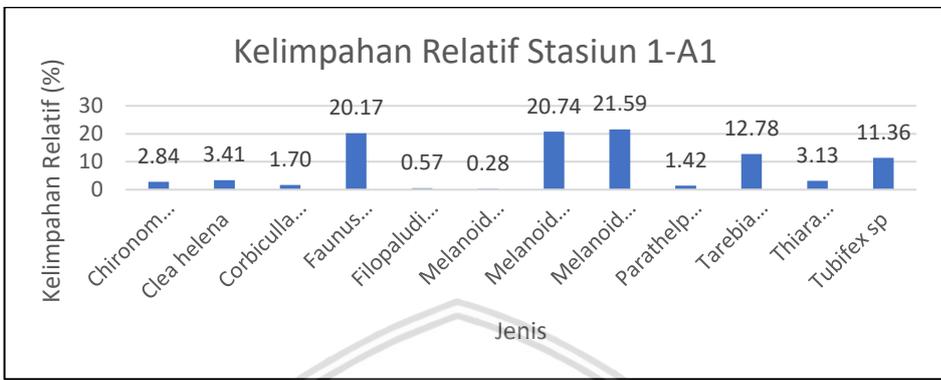
4.3.4 Kelimpahan Relatif Makrozoobenthos

Pengamatan makrozoobenthos pada sungai Molek di UPT PTPBP2KP Kepanjen, Kabupaten Malang, Jawa Timur dilakukan di 2 stasiun utama dimana setiap stasiun memiliki 3 sub-stasiun. Hasil kelimpahan relatif makrozoobenthos yang telah didapatkan selama penelitian memperlihatkan hasil yang berbeda-beda dan dipengaruhi oleh jenis habitat dimana pada jenis substrat berpasir lebih banyak ditemukan jenis gastropoda, sedangkan pada jenis substrat berlumpur lebih banyak ditemukan jenis annelida. Hasil pengamatan kelimpahan relatif selengkapnya dapat dilihat pada **Lampiran 6**.

a. Stasiun 1-A1

Berdasarkan hasil kelimpahan relatif makrozoobenthos pada stasiun 1-A1 didapatkan 12 spesies yaitu *Chironomus* sp 2.84%, *Clea Helena* 3.41%, *Corbiculla javanica* 1.70%, *Faunus ater* 20.17%, *Filopaludina javanica* 0.57%, *Melanoides plicaria* 0.28%, *Melanoides punctata* 20.74%, *Melanoides tuberculata* 21.59%,

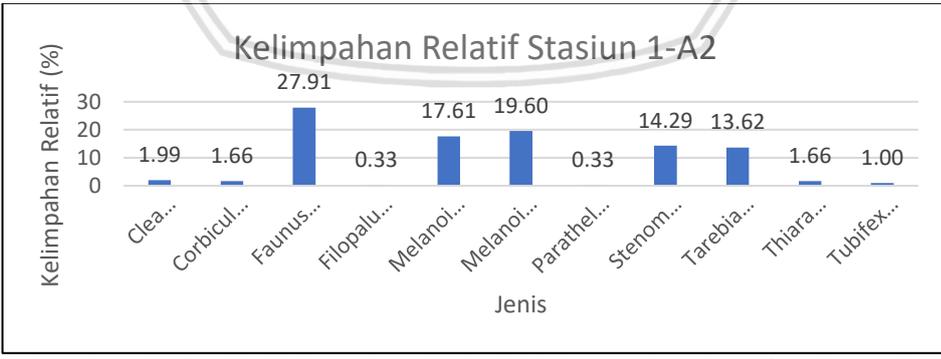
Paratelphusa convexa 1.42%, *Tarebia granifera* 12.78%, *Thiara balonnensis* 3.13% dan *Tubifex sp* 11.36%. Hasil pengamatan kelimpahan relatif makrozoobenthos pada stasiun 1-A1 dapat dilihat pada **Gambar 4**.



Gambar 4. Grafik Kelimpahan Relatif Makrozoobenthos Stasiun 1-A1

b. Stasiun 1-A2

Berdasarkan hasil kelimpahan relatif makrozoobenthos pada stasiun 1-A2 didapatkan 11 spesies yaitu *Clea helena* 1.99%, *Corbiculla javanica* 1.66%, *Faunus ater* 27.91%, *Filopaludina javanica* 0.33%, *Melanoides punctata* 17.61%, *Melanoides tuberculata* 19.60%, *Paratelphusa convexa* 0.33%, *Stenomelania boninensis* 14.29%, *Tarebia granifera* 13.62%, *Thiara balonnensis* 1.66% dan *Tubifex sp* 1%. Hasil pengamatan kelimpahan relatif makrozoobenthos pada stasiun 1-A2 dapat dilihat pada **Gambar 5**.

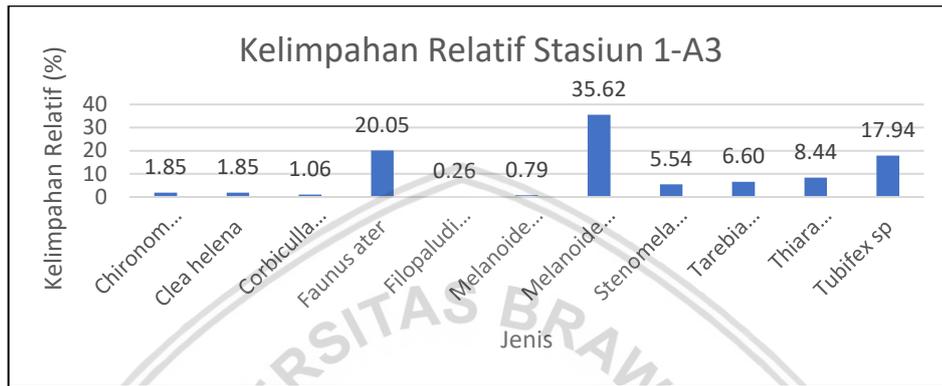


Gambar 5. Grafik Kelimpahan Relatif Makrozoobenthos Stasiun 1-A2

c. Stasiun 1-A3

Berdasarkan hasil kelimpahan relatif makrozoobenthos pada stasiun 1-A3 didapatkan 11 spesies yaitu *Clea helena* 1.85%, *Corbiculla javanica* 1.06%,

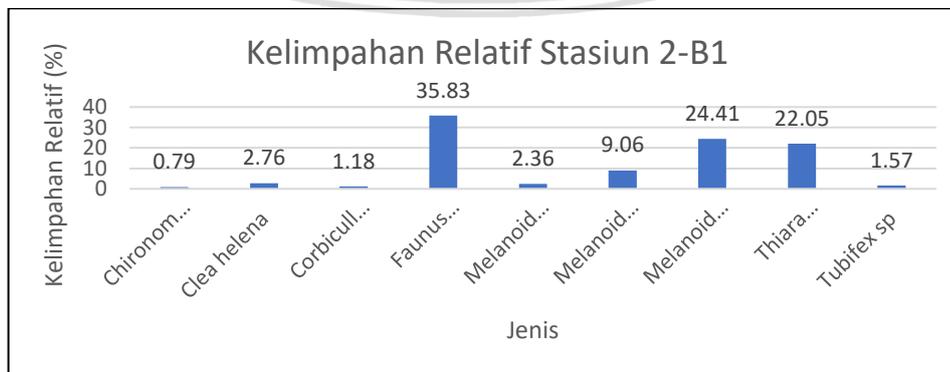
Faunus ater 20.05%, *Filopaludina javanica* 0.26%, *Melanoides plicaria* 0.79%, *Melanoides tuberculata* 35.62%, *Stenomelania boninensis* 5.54%, *Tarebia granifera* 6.60%, *Thiara balonnensis* 8.44% dan *Tubifex* sp 17.94%. Hasil pengamatan kelimpahan relatif makrozoobentos pada stasiun 1-A3 dapat dilihat pada **Gambar 6**.



Gambar 6. Grafik Kelimpahan Relatif Makrozoobentos Stasiun 1-A3

d. Stasiun 2-B1

Berdasarkan hasil kelimpahan relatif makrozoobentos pada stasiun 2-B1 didapatkan 9 spesies yaitu *Chironomus* sp 0.79%, *Clea helena* 2.76%, *Corbiculla javanica* 1.18%, *Faunus ater* 35.83%, *Melanoides plicaria* 2.36%, *Melanoides punctata* 9.06%, *Melanoides tuberculata* 24.41%, *Thiara balonnensis* 22.05% dan *Tubifex* sp 1.57%. Hasil pengamatan kelimpahan relatif makrozoobentos pada stasiun 2-B1 dapat dilihat pada **Gambar 7**.

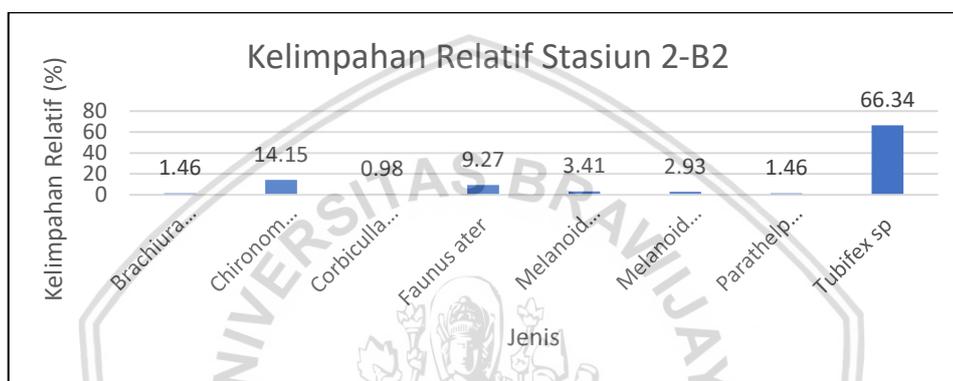


Gambar 7. Grafik Kelimpahan Relatif Makrozoobentos Stasiun 2-B1



e. Stasiun 2-B2

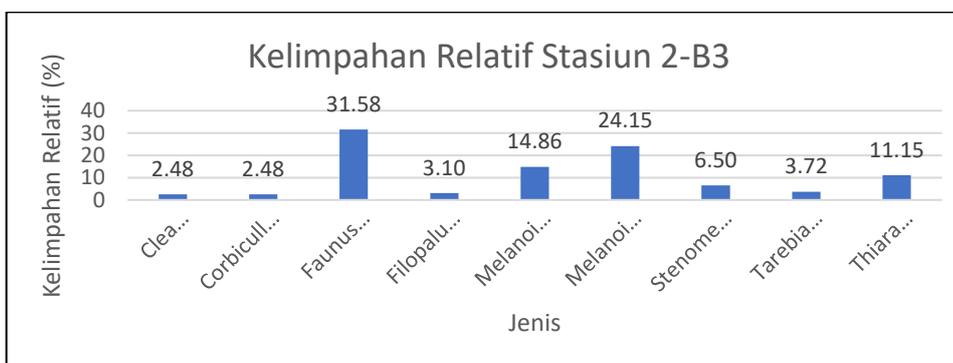
Berdasarkan hasil kelimpahan relatif makrozoobenthos pada stasiun 2-B2 didapatkan 8 spesies yaitu *Brachiura sowerbyi* 1.46%, *Chironomus* sp 14.15%, *Corbiculla javanica* 0.98%, *Faunus ater* 9.27%, *Melanoides punctata* 3.41%, *Melanoides tuberculata* 2.93%, *Paratelpusa convexa* 1.46% dan *Tubifex* sp 66.34%. Hasil pengamatan kelimpahan relatif makrozoobenthos pada stasiun 2-B2 dapat dilihat pada **Gambar 8**.



Gambar 8. Grafik Kelimpahan Relatif Makrozoobenthos Stasiun 2-B2

f. Stasiun 2-B3

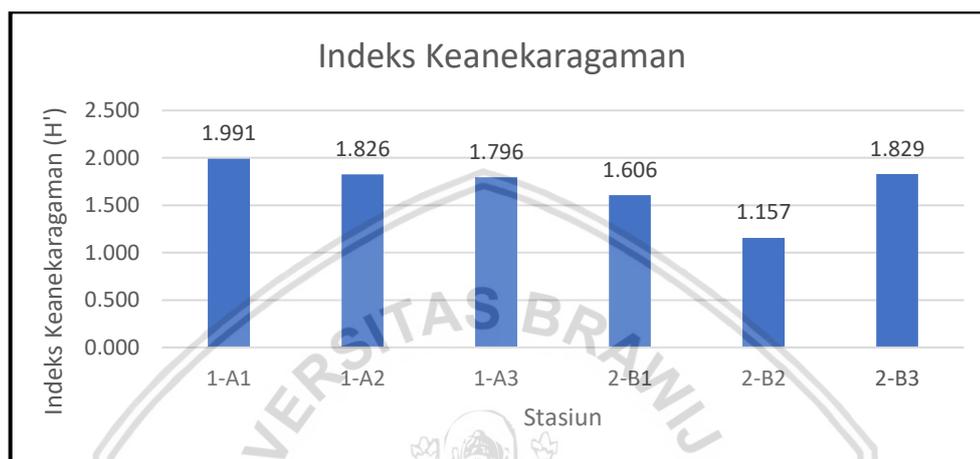
Berdasarkan hasil kelimpahan relatif makrozoobenthos pada stasiun 2-B3 didapatkan 9 spesies yaitu *Clea helena* 2.48%, *Corbiculla javanica* 2.48%, *Faunus ater* 31.58%, *Filopaludina javanica* 3.1%, *Melanoides punctata* 14.86%, *Melanoides tuberculata* 24.15%, *Stenomelania boninensis* 6.5%, *Tarebia granifera* 3.72% dan *Thiara balonnensis* 11.15%. Hasil pengamatan kelimpahan relatif makrozoobenthos pada stasiun 2-B3 dapat dilihat pada **Gambar 9**.



Gambar 9. Grafik Kelimpahan Relatif Makrozoobenthos Stasiun 2-B3

4.3.5 Indeks Keanekaragaman (H') Makrozoobenthos

Hasil keanekaragaman makrozoobenthos yang didapatkan selama penelitian bervariasi dan dapat dilihat pada **Gambar 10**. Sedangkan hasil perhitungan indeks keanekaragaman makrozoobenthos dapat di lihat pada **Lampiran 7**.



Gambar 10. Indeks Keanekaragaman makrozoobenthos

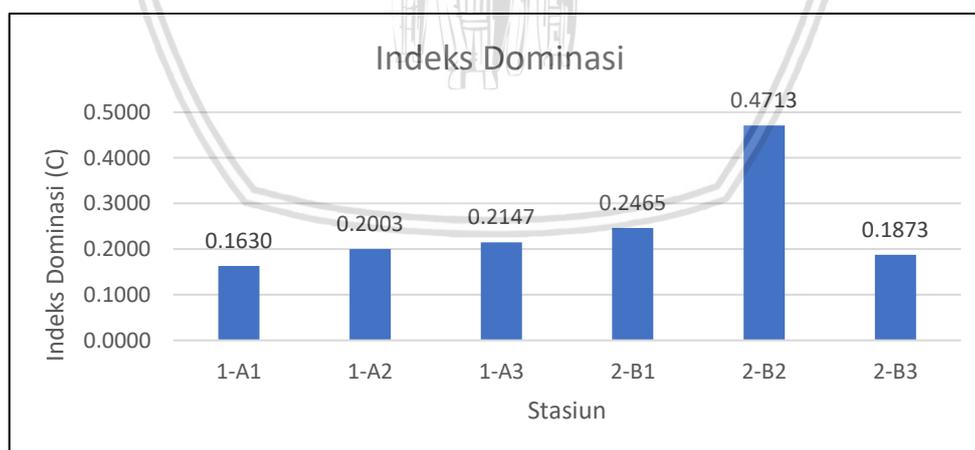
Berdasarkan hasil pengamatan indeks keanekaragaman makrozoobenthos pada Gambar 10, menunjukkan bahwa pada stasiun 1-A1 didapat nilai keanekaragaman sebesar 1,991. Pada stasiun 1-A2 didapat nilai keanekaragaman sebesar 1,826. Pada stasiun 1-A3 didapat nilai keanekaragaman sebesar 1,796. Pada stasiun 2-B1 didapat nilai keanekaragaman sebesar 1,606. Pada stasiun 2-B2 didapat nilai keanekaragaman sebesar 1,157 dan pada stasiun 2-B3 didapat nilai keanekaragaman sebesar 1,829.

Perhitungan indeks keanekaragaman makrozoobenthos menurut Edward (2014) dalam Ridwan *et al.* (2016), menyebutkan bahwa jika melihat pada Indeks Keanekaragaman Shanon-Wiener apabila $H' < 1$ maka dikategorikan dalam keanekaragaman jenis rendah. Nilai $1 < H' < 3$ dikategorikan dalam keanekaragaman jenis sedang. Nilai $H' > 3$ dikategorikan dalam keanekaragaman jenis tinggi. Berdasarkan hasil pada seluruh stasiun menunjukkan kategori

keanekaragaman sedang karena berkisar antara 1,157 – 1,991. Menurut Odum (1971), menyatakan keanekaragaman dipengaruhi oleh pembagian atau penyebaran individu dalam tiap jenisnya, karena meski suatu komunitas banyak jenisnya tetapi penyebarannya individunya tidak merata, maka keanekaragaman jenis dinilai rendah.

4.3.6 Indeks Dominasi (C) Makrozoobenthos

Berdasarkan hasil pengamatan indeks dominasi makrozoobenthos pada Gambar 11, menunjukkan bahwa pada stasiun 1-A1 diperoleh nilai dominasi sebesar 0,163. Pada stasiun 1-A2 diperoleh nilai dominasi sebesar 0,200. Pada stasiun 1-A3 diperoleh nilai dominasi sebesar 0.215. Pada stasiun 2-B1 diperoleh nilai dominasi sebesar 0.247. Pada stasiun 2-B2 diperoleh nilai dominasi sebesar 0.471 dan pada stasiun 2-B3 diperoleh nilai dominasi sebesar 0.187. Hasil pengamatan indeks dominasi makrozoobenthos yang didapatkan selama penelitian dapat dilihat pada **Gambar 11**. Sedangkan hasil perhitungan indeks keanekaragaman makrozoobenthos dapat di lihat pada **Lampiran 8**.



Gambar 11. Indeks Dominasi Makrozoobenthos

Berdasarkan hasil pengamatan Indeks Dominasi makrozoobenthos pada Gambar 11, menunjukkan bahwa pada stasiun 2-B2 memiliki nilai dominasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan stasiun lainnya. Hasil tersebut disebabkan

habitat atau jenis substrat pada stasiun 2-B2 adalah substrat berlumpur sehingga jenis makrozoobenthos yang lebih banyak ditemukan adalah jenis spesies *Tubifex* sp. hidupnya membeaskan diri di dalam substrat atau menempel pada substrat. Menurut Oddum (1971), indeks dominasi berkisar antara 0-1, apabila nilai indeks dominasi $<0,50$ berarti tingkat dominasi rendah, nilai indeks dominasi berkisar antara $0,50-0,75$ berarti tingkat dominasi sedang dan apabila nilai indeks dominasi $>0,75$ berarti perairan tersebut tingkat dominasi tinggi. Hasil yang didapatkan menunjukkan bahwa pada semua stasiun tergolong dalam kategori dominasi rendah karena berkisar antara $0,163 - 0,471$ dimana tidak ada spesies organisme benthik yang secara ekstrim mendominasi serta menunjukkan bahwa perairan sungai Molek memiliki kondisi struktur komunitas yang masih stabil.

4.4 Parameter Kualitas Air

Pada penelitian ini parameter kualitas air yang diamati berupa suhu, pH, oksigen terlarut (*DO*), kecepatan arus dan amonia yang secara langsung mempengaruhi kehidupan organisme makrozoobenthos. Pengukuran kualitas air dilakukan secara *in-situ* dan *ex-situ*. Pengukuran kualitas air dilakukan sebanyak 3 kali ulangan dengan interval selama 14 hari (hari ke-1, ke-15 dan ke-29). Pengukuran kualitas air suhu, pH, oksigen terlarut dan kecepatan arus dilakukan secara *in-situ* yang dilaksanakan di UPT PTPBP2KP Kepanjen, Kabupaten Malang. Sedangkan pengukuran kadar ammonia dilakukan secara *ex-situ* yang dilaksanakan di laboratorium Unit Pelaksanaan Teknis Air Tawar Sumber Pasir, Kabupaten Malang.

4.4.1 Suhu

Suhu perairan dapat mempengaruhi aktivitas biologis di dalam ekosistem perairan. Meningkatnya suhu dapat memacu aktifitas metabolisme organisme semakin cepat. Pada umumnya peningkatan suhu air sampai pada skala tertentu

akan dapat mempercepat perkembangbiakkan organisme perairan (Lusianingsih, 2011). Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 28 Tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air, nilai suhu yang memenuhi baku mutu air berkisar antara 22-28^oC. Hasil pengukuran nilai suhu dapat dilihat pada **Tabel 4** dan selengkapnya pada **Lampiran 9**.

Tabel 4. Data Hasil Pengukuran Suhu Selama Penelitian

	Suhu (°C)					
	Stasiun 1			Stasiun 2		
	A1	A2	A3	B1	B2	B3
Hari ke-1	26	26.5	26.5	25.5	26	26
Hari ke-15	26	27	26.5	25.5	26	26
Hari ke-29	25	25.5	26	25.5	25	25

Berdasarkan Tabel 4 di atas, diketahui bahwa suhu perairan sungai molek yang melintasi UPT PTPBP2KP Kepanjen berkisar antara 25-27^oC. Hasil yang didapatkan tersebut menunjukkan bahwa suhu pada sungai Molek dapat dikatakan baik dan masih dapat di toleransi oleh organisme yang ada dalam perairan sungai tersebut. Menurut Islami (2013), setiap organisme benthik memiliki toleransi suhu yang berbeda-beda, akan tetapi nilai suhu yang optimal bagi kehidupan organisme benthik umumnya berkisar antara 25-28^oC. Sedangkan menurut Hicks dan McMohan (2002), pada umumnya suhu yang optimal bagi organisme bentos berkisar antara 20-30^oC.

Suhu yang terlalu rendah dapat mengganggu aktivitas dan nafsu makan organisme perairan, sedangkan suhu yang terlalu tinggi dapat menyebabkan proses metabolisme pada organisme berlangsung dengan cepat, sehingga kebutuhan akan oksigen terlarut meningkat. Menurut Lessard dan Hayes (2003), sinar matahari dan suhu udara merupakan faktor utama yang mempengaruhi suhu air.

4.4.2 Kecepatan Arus

Arus merupakan hal yang sangat penting kaitannya dengan iklim. Arus mempengaruhi sebaran organisme serta menentukan pola karakteristik penyebaran nutrient, transport sedimen dan ekosistem perairan (Davis, 1976). Menurut Mason (1993) dalam Ratih *et al.* (2015), pada perairan yang memiliki arus cepat lebih banyak ditemui hewan bentos yang memiliki kecepatan metabolisme yang lebih tinggi daripada di perairan berarus lambat. Hasil pengukuran kecepatan arus dapat dilihat pada **Tabel 5** dan selengkapnya pada **Lampiran 9**.

Tabel 5. Data Hasil Pengukuran Kecepatan Arus Selama Penelitian

	Kecepatan Arus (m/s)					
	Stasiun 1			Stasiun 2		
	A1	A2	A3	B1	B2	B3
Hari ke-1	0.314	0.279	0.292	0.595	0.379	0.32
Hari ke-15	0.293	0.27	0.296	0.485	0.354	0.341
Hari ke-29	0.347	0.312	0.341	0.549	0.394	0.338

Berdasarkan Tabel 5 diatas, diketahui bahwa kecepatan arus perairan sungai Molek yang melintasi UPT PTPBP2KP Kepanjen berkisar antara 0,27-0,595 m/s. Menurut Yanitawati *et al.* (2012) dalam Shalihah *et al.* (2017), menyatakan bahwa kecepatan arus berdasarkan tipe arus dibedakan menjadi yaitu arus sangat cepat > 1 m/s, arus cepat 0,5-1 m/s, arus sedang 0,2-0,5 m/s, arus lambat 0,1-0,2 m/s dan arus sangat lambat < 0,1 m/s. Hasil kecepatan arus yang didapatkan menunjukkan bahwa hampir semua stasiun tergolong kedalam kategori arus sedang. Sedangkan pada stasiun 2-B1 di hari ke-1 dan hari ke-29 tergolong kedalam kategori arus cepat, hal tersebut dikarenakan karena perbedaan kemiringan yang dimiliki oleh sungai Molek pada stasiun 2-B1 lebih curam dibandingkan stasiun lainnya. Menurut Odum (1971) dalam Husnayati *et al.* (2015), arus dapat mempengaruhi secara langsung pengelompokan makanan dan arus dapat mempengaruhi lingkungan alami makrozoobenthos yang tidak

langsung akan mempengaruhi kelimpahan mekrozoobenthos tertentu dan sebagai pembatas distribusi geografisnya.

4.4.3 Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman (pH) air berpengaruh terhadap meningkatnya kandungan amonia dalam perairan. Jika kadar pH dalam suatu perairan semakin meningkat maka akan dapat mengakibatkan meningkatnya kandungan amonia yang bersifat racun. Secara alamiah pH dipengaruhi oleh konsentrasi karbondioksida dan senyawa asam serta dapat dipengaruhi oleh adanya kandungan bahan organik yang terdekomposisi (Nollet, 2000). Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 28 Tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air, nilai pH yang memenuhi baku mutu air berkisar antara 6-9. Hasil pengukuran nilai suhu dapat dilihat pada **Tabel 6** dan selengkapnya pada **Lampiran 9**.

Tabel 6. Data Hasil Pengukuran pH Selama Penelitian

	pH					
	Stasiun 1			Stasiun 2		
	A1	A2	A3	B1	B2	B3
Hari ke-1	7.3	6.8	7.2	7.1	7.6	7.4
Hari ke-15	6.9	6.9	7.0	7.1	7.4	7.3
Hari ke-29	6.9	7.1	7.2	7.3	7.6	7.2

Berdasarkan Tabel 6 di atas, diketahui bahwa nilai pH perairan sungai Molek yang melintasi UPT PTPBP2KP Kepanjen berkisar antara 6.8 - 7.6. Nilai pH tersebut masih dapat dikatakan baik karena masih dalam kisaran yang optimal bagi kelangsungan hidup organisme. Menurut Wardhana (1994), perairan normal yang memenuhi syarat untuk kehidupan organisme didalamnya memiliki pH yang berkisar antara 6,5-7,5. Hal tersebut juga sesuai dengan pernyataan Russel (1968) dalam Alfitriatussulus (2003), yang menyatakan bahwa kadar pH yang optimum bagi organisme benthic berkisar antara 6,5-7,5. Nilai pH yang terlalu tinggi dapat

mengganggu pertumbuhan organisme perairan, sedangkan nilai pH yang terlalu rendah dapat menyebabkan kematian bagi organisme perairan. Kadar pH perairan yang kurang dari 4 dapat menyebabkan keanekaragaman menjadi rendah (Nakagawa dan Takai, 2008). Menurut Retnowati (2003), toleransi setiap organisme benthik terhadap pH bervariasi dan dipengaruhi oleh banyak faktor seperti suhu, oksigen terlarut, alkalinitas dan adanya anion dan kation.

4.4.4 Oksigen Terlarut (DO)

Oksigen terlarut adalah gas oksigen yang terlarut didalam air. Oksigen terlarut dalam air merupakan faktor penting sebagai pengatur metabolisme organisme untuk tumbuh dan berkembang biak. Oksigen dapat mempengaruhi laju pertumbuhan organisme, oleh karena itu oksigen menjadi faktor utama yang ada pada perairan agar organisme akuatik dapat terus melangsungkan hidupnya (Sitompul *et al.*, 2012). Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 28 Tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air, batas minimal kadar oksigen terlarut (DO) di perairan yaitu 3 mg/l. Hasil pengukuran nilai oksigen terlarut (DO) dapat dilihat pada **Tabel 7** dan selengkapnya pada **Lampiran 9**.

Tabel 7. Data Hasil Pengukuran Oksigen Terlarut Selama Penelitian

	Oksigen Terlarut (mg/l)					
	Stasiun 1			Stasiun 2		
	A1	A2	A3	B1	B2	B3
Hari ke-1	6.27	6.02	6.44	5.98	5.74	5.47
Hari ke-15	5.70	5.62	6.33	5.59	5.54	5.41
Hari ke-29	5.39	5.45	5.82	5.07	4.78	5.28

Berdasarkan Tabel 7 di atas, dapat diketahui bahwa kadar oksigen terlarut perairan sungai Molek yang melintasi UPT PTPBP2KP Kepanjen berkisar antara 4.78 - 6.44 mg/l. Berdasarkan hasil tersebut dapat diketahui bahwa kondisi perairan sungai Molek masih berada dalam kondisi yang baik untuk kelangsungan hidup organisme didalamnya. Menurut Yustianti *et al.*, (2013), menyatakan bahwa

konsentrasi oksigen terlarut (DO) yang cukup baik dan masih optimal untuk organisme akuatik adalah berkisar antara 3-8 ppm. Sedangkan menurut Afriani (2017), kehidupan organisme benthik di perairan dapat bertahan jika oksigen terlarut minimum 4 mg/l, selebihnya bergantung terhadap ketahanan organisme, kehadiran pencemar, suhu air dan sebagainya. Sumber utama oksigen terlarut di perairan yaitu dari proses fotosintesis tumbuhan dan penyerapan atau pengikatan secara langsung oksigen dari udara bebas melalui kontak antara permukaan air dengan udara, sedangkan berkurangnya kadar oksigen terlarut dalam perairan akibat dari respirasi (Sinambel dan Mariarty, 2015).

4.4.5 Amonia

Amonia merupakan parameter pencemaran organik di suatu perairan akibat dari proses pembusukan bahan organik oleh mikroba. Kandungan amonia yang tinggi pada perairan menyebabkan warna air menjadi keruh dan menghasilkan bau yang tidak sedap (Simbolon, 2016). Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 28 Tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air, batas maksimal kadar amonia di perairan yaitu 0,5 mg/l. Hasil pengukuran kadar amonia dapat dilihat pada **Tabel 8** dan selengkapnya pada **Lampiran 9**.

Tabel 8. Data Hasil Pengukuran Amonia Selama Penelitian

	Amonia (mg/l)					
	Stasiun 1			Stasiun 2		
	A1	A2	A3	B1	B2	B3
Hari ke-1	0.108	0.133	0.126	0.168	0.218	0.172
Hari ke-15	0.052	0.110	0.098	0.148	0.151	0.156
Hari ke-29	0.092	0.126	0.118	0.161	0.207	0.161

Berdasarkan Tabel 8 diatas, hasil pengukuran kadar amonia di perairan sungai Molek yang melintasi UPT PTPBP2KP Kepanjen berkisar antara 0,052-0,218 mg/l. Berdasarkan hasil kadar amonia tersebut dapat diketahui bahwa kondisi perairan sungai Molek masih berada dalam kondisi yang baik untuk

kelangsungan hidup organisme makrozoobenthos, hal tersebut sesuai dengan pernyataan Iswandi *et al.* (2016), pada umumnya organisme air tawar masih toleran terhadap total amonia sampai sampai dengan 1,0 mg/l. Kadar amonia yang tinggi dapat di jadikan sebagai indikasi adanya pencemaran bahan organik yang berasal dari limbah domestik dan limpasan pupuk pertanian adapun sumber amonia di perairan adalah hasil dari pemecahan nitrogen organik berupa tumbuhan dan biota akuatik yang telah mati (Dauhan *et al.*, 2014). Rachmawati *et al.* (2015), menyebutkan bahwa semakin tinggi konsentrasi oksigen terlarut, suhu dan pH maka semakin tinggi konsentrasi amonia di perairan. Kadar amonia yang terlalu tinggi dapat membahayakan organisme perairan yang ada didalamnya karena sifat amonia yang toksik apabila dalam jumlah tertentu atau dalam jumlah yang melebihi ambang batas aman.

4.5 Analisis Hubungan Amonia dengan Kelimpahan Makrozoobenthos

Pada penelitian ini telah dilakukan analisis regresi antara setiap parameter kualitas air dengan kelimpahan makrozoobenthos, akan tetapi dari hasil yang didapatkan diketahui bahwa hanya nilai amonia yang memiliki pengaruh signifikan terhadap kelimpahan makrozoobenthos. Hasil pengolahan analisis regresi kualitas air dengan kelimpahan makrozoobenthos selengkapnya dapat dilihat pada **Lampiran 10**. Hubungan antara parameter amonia dengan kelimpahan makrozoobenthos didapat menggunakan analisis regresi linier sederhana yang diolah pada *software SPSS*. Hasil analisis regresi linier sederhana antara parameter amonia dengan kelimpahan makrozoobenthos dapat dilihat pada **Tabel 9**.

Tabel 9. Hasil Analisis Regresi Amonia dengan Kelimpahan Makrozoobenthos

Variabel Entered/Removed				
Variabel Independent	Amonia			
Variabel Dependent	Kelimpahan Makrozoobenthos			
Coefficients				
Parameter	Koefisien	Std. Error	T-Hitung	P-Value
Intersep/Konstanta	2,842	0,184	15,451	0.000
Ammonia (X)	-0,632	0,209	-3,023	0.039
Summary				
r	0,834			
R-square	0,696			
Adjusted R Square	0,619			
Model Regresi	$Y = 2,842 - 0,632 X$			

Berdasarkan model regresi pada Tabel 9 didapat nilai koefisien regresi X bernilai negatif sebesar -0,632 yang berarti bahwa setiap peningkatan kadar amonia sebesar 1% maka akan menurunkan nilai kelimpahan makrozoobenthos sebesar 0,632%. Selain itu diperoleh nilai korelasi (r) sebesar 0,834 yang menunjukkan adanya hubungan yang kuat antara amonia dengan kelimpahan makrozoobenthos. Sedangkan hubungan antara nilai amonia dengan kelimpahan makrozoobenthos dapat dilihat dari nilai R-square yaitu sebesar 0,696, maka dapat dikatakan bahwa variabel amonia dapat mempengaruhi nilai kelimpahan makrozoobenthos sebesar 69,6%, sedangkan 30,4% lainnya dipengaruhi oleh variabel lain di luar model. Dari hasil uji regresi didapatkan nilai P-Value sebesar 0,039 yang mana lebih kecil dari $\alpha = 0,05$ sehingga dapat disimpulkan bahwa variabel amonia berpengaruh signifikan terhadap kelimpahan makrozoobenthos.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Terjadi penurunan kelimpahan dan keanekaragaman makrozoobenthos pada sesudah kegiatan budidaya perikanan di UPT PTPBP2KP Kepanjen. Sebelum kegiatan budidaya perikanan didapatkan 11 genus dan 13 spesies makrozoobenthos dengan rata-rata kelimpahan 2.927,78 ind/m², sedangkan sesudah kegiatan budidaya didapatkan 12 genus dan 14 spesies makrozoobenthos dengan rata-rata kelimpahan 2.111,11 ind/m². Indeks kesamaan struktur komunitas makrozoobenthos antara sebelum dan sesudah kegiatan budidaya sebesar 72,77%. Perbedaan struktur komunitas sebelum dan sesudah kegiatan budidaya sebesar 27,33% disebabkan masuknya limbah pada aliran sungai sesudah kegiatan budidaya yang merubah kondisi kualitas perairan sehingga terjadi penurunan kelimpahan sebesar 816,67 ind/m². Pada sebelum kegiatan budidaya ditemukan lebih banyak jenis gastropoda karena kondisi perairan yang masih belum tercemar. Sedangkan pada sesudah kegiatan budidaya lebih banyak ditemukan jenis *Tubifex* sp dan *Chironomus* sp serta ditemukan spesies *Brachiura sowerbyi* yang menjadi indikasi perairan telah tercemar. Nilai indeks keanekaragaman sebelum kegiatan budidaya berkisar 1,796 - 1,991, sedangkan pada sesudah kegiatan budidaya berkisar 1,157 – 1,829 yang menunjukkan penurunan keanekaragaman, tetapi masih tergolong dalam kategori keanekaragaman sedang. Nilai indeks dominasi berkisar 0,163 - 0,471 menunjukkan tidak ada spesies makrozoobenthos yang mendominasi di perairan sungai Molek. Hasil analisa hubungan antara amonia dengan kelimpahan makrozoobenthos diperoleh nilai korelasi 0,885 yang menunjukkan hubungan yang kuat antara pengaruh amonia dengan kelimpahan makrozoobenthos.

Sedangkan uji regresi menunjukkan setiap kenaikan 1 satuan nilai amonia akan menurunkan nilai kelimpahan makrozoobenthos sebesar 12.066,671.

5.2 Saran

Kegiatan budidaya perikanan yang dilakukan pada UPT PTPBP2KP Kepanjen menghasilkan limbah perikanan yang dialirkan kedalam sungai sehingga kondisi perairan sungai Molek sedikit memburuk, hal tersebut terbukti dengan nilai kelimpahan makrozoobenthos yang lebih kecil dibandingkan nilai kelimpahan yang ada pada bagian sungai sebelum terkena limbah perikanan akibat kegiatan budidaya. Oleh karena itu, air buangan limbah budidaya perikanan di UPT PTPBP2KP Kepanjen disarankan agar tidak di buang langsung kedalam perairan umum. Walaupun tidak ada perubahan signifikan pada kualitas perairan, akan tetapi apabila terus menerus akan terakumulasi dalam perairan umum dan menurunkan kualitas perairan sungai Molek sehingga keberadaan organisme perairan, khususnya makrozoobenthos akan berkurang keberadaannya di perairan.

DAFTAR PUSTAKA

- Afriani, R. 2017. Inventarisasi makrozoobentos sebagai indikator biologis kondisi perairan di dusun Dawar Lama Kabupaten Bengkayang. *Edumedia*. **1**(1): 33-41.
- Alfitriatussulus. 2003. *Sebaran moluska (bivalvia dan gastropoda) di Muara Sungai Cimandiri, Teluk Pelabuhan Ratu, Sukabumi, Jawa Barat*. (Skripsi). Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor.
- Angelier, E. 2003. Ecology of streams and rivers. Science Publishers, Inc., Enfield and Plymouth.
- Anwar. 2011. Pengelolaan sumber daya air terpadu dan berkelanjutan. *Tapak*. **1**(1).
- Asdak, C. 2002. Hidrologi dan pengolahan daerah aliran sungai. Universitas Gadjah Mada Press: Yogyakarta.
- Asra, R. 2009. Makrozoobentos sebagai indikator biologi dari kualitas air di Sungai Kumpah dan Danau Arang-Arang Kabupaten Muaro Jambi, Jambi. *Biospecies*. **2**(1): 23-25.
- Barus, T. A. 2004. Pengantar limnologi studi tentang ekosistem air daratan. USU Press: Medan.
- Dauhan, R.E.S., E. Efendi dan Sauparmono. 2014. Efektifitas sistem akuaponik dalam mereduksi konsentrasi amonia pada sistem budidaya ikan. *Jurnal Rekrayasa dan Teknologi Budidaya Perairan*. **3**(1): 297-302.
- Daymon, C. and I. Holloway. 2008. Metode-Metode Riset Kualitatif dalam Public Relations dan Marketing Communications. Terjemahan oleh Wiratama, C. 2008. Yogyakarta.
- Effendi, H. 2003. Telaah kualitas air bagi pengelolaan sumber daya dan lingkungan perairan. Kanisius: Yogyakarta. 258 hlm.
- Fadillah, N., P. Patana dan M. Dalimunthe. 2016. Struktur komunitas makrozoobentos sebagai indikator perubahan kualitas perairan di Sungai Belawan Kecamatan Pancur Batu Kabupaten Deli Serdang. *Jurnal Aquacoastmarine*. **11**(1): 1-15.
- Fitriana, N., I.W. Subamia dan S. Wahyudi. 2013. Pertumbuhan dan performansi warna ikan Maskoki (*Carassius* sp.) melalui pengayaan pakan dengan kepala udang. *Jurnal Biologi Volume*. **6**(2): 1-12.
- Gusrina. 2008. Budidaya Ikan Jilid I. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.
- Hicks, D.W. and McMohan, R.F. 2002. *Temperature acclimation of upper and lower thermal limits and freeze resistance in the Nonindigenous Brown*



- Mussel, *Perna perna* (L) from Gulf of Mexico. *Marine Biology*. 140: 1167-1179.
- Husnayati, H., Arthana I.W. dan Wiryatno J. 2015. Struktur komunitas makrozoobenthos pada tiga muara sungai sebagai bioindikator kualitas perairan di pesisir pantai Ampenan dan pantai Tanjung Karang Kota Mataram Lombok. *Ecotropica*. **7**(2): 116-125.
- Islami, M.M. 2013. Pengaruh suhu dan salinitas terhadap Bivalvia. *Oseana*. **38**(2): 1-10.
- Istijanto, M.M. dan M. Com. 2005. Riset sumber daya manusia. Gramedia Pustaka Utama: Jakarta. 298 hlm.
- Iswandi, F., S. A. El-Rahimi dan I. Hasri. 2016. Pemanfaatan Limbah Budidaya Ikan Lele (*Clarias gariepinus*) Sebagai Pakan Alami Ikan Peres (*Osteochillus sp.*) Pada Sistem Resirkulasi. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan dan Perikanan Unsyiah*. Vol 1(3) : 307-317.
- Junita, R.M., Nurhadi dan Nursyahra. 2013. Komposisi dan keanekaragaman bentos di sungai Batang Kuantan Kabupaten Sijunjung. Program Studi Pendidikan Biologi Sekolah Tinggi Keguruan dan Ilmu Pendidikan. PGRI Sumatera Barat.
- Kuswandi dan E. Mutiara. 2004. Delapan Langkah dan Tujuh Alat Statistik untuk Peningkatan Mutu Berbasis Komputer. Elex Media Komputer: Jakarta.
- Labbaik, M., I.W. Restu dan M.A. Pratiwi. 2018. Status pencemaran lingkungan Sungai Badung dan Sungai Mati di Provinsi Bali berdasarkan bioindikator phylum annelida. *Journal of Marine Sciences and Aquatic*. **4**(2): 304-315.
- Lessard, J.L., and D.B. Hayes. 2003. *Effect of elevated water temperature in fish and microinvertebrate communities below small dams*. *River Res. Applic.* In Press.
- Lusianingsih, N. 2011. *Keanekaragaman makrozoobenthos di Sungai Bah Balon Kabupaten Simamulung Sumatera Utara*. (Skripsi). Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Sumatera Utara.
- Mushthofa, A., M.R. Muskananfolo dan S. Rudiyaniti. 2014. Analisis struktur komunitas makrozoobenthos sebagai bioindikator kualitas perairan Sungai Wedung Kabupaten Demak. *Diponegoro Journal of Marques*. **3**(1): 81-88.
- Muslim. 2013. Tingkat reduksi dan oksidasi di laut. Universitas Diponegoro Press. Semarang. 62 hlm.
- Nakagawa, S. dan Takai K. 2008. Deep-sea vent chemoautotrophs, diversity, biochemistry and ecological significance. *FEMS. Microbiology Ecology*. **65**(1): 1-14.
- Nollet, L.M.L. 2000. Handbook of water analysis. Marcel Dekker. New York. Basel.
- Nontji, A. 2007. Laut nusantara. Penerbit Djambatan: Jakarta. 92 hlm.



- Noortiningsih, I.S. Jalip dan S. Handayani. 2008. Keanekaragaman makrozoobenthos, meiofauna dan foraminifera di Pantai Pasir Putih Barat dan Muara Sungai Cikamal Pangandaran, Jawa Barat. *Vis Vitalis*. 1(1): 34-42.
- Nybakken, J.W. 1992. Biologi laut suatu pendekatan ekologis. PT Gramedia: Jakarta.
- Odum, E. P. 1993. Dasar-dasar ekologi. Edisi ketiga . Gajah Mada University Press. Yogyakarta. 697 hlm.
- _____. 1971. Dasar-dasar ekologi. Ed.2. W. B. Saunders Company. Philadelphia and London. 574 hlm.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia. 2001. Peraturan pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran perairan. Sekretaris Negara Republik Indonesia.
- Purnomo . D. B., Haeruddin, S. Rudiyaniti. 2014. Depurasi Bahan organik pada Berbagai Ukuran Cangkang Kerang *Anodonta woodiana* di Balai Benih Ikan (BBI), Siwarak, Ungaran. *Diponegoro Journal Of Maquares*. 3(4): 67-74.
- Putra, A. S. 2014. Analisis distribusi kecepatan aliran sungai Musi (ruas sungai: Pulau Kemaro sampai dengan Muara Sungai Komering). *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*. 2(3): 603-608.
- Rachmawati, D., I. Samidjan dan H. Setyono. 2015. Manajemen Kualitas Air Media Budidaya Ikan Lele Sangkuriang (*Clarias gariepinus*) dengan Teknik Probiotik pada Kolam Terpal Di Desa Vokasi Reksosari, Kecamatan Suruh, Kabupaten Semarang. *PENA Akuatika*. 12(1).
- Ratih, I., Wahyu P dan Rr. Eko S. 2015. Inventarisasi keanekaragaman makrozoobentos di daerah aliran sungai Brantas Kecamatan Ngoro Mojokerto sebagai sumber belajar biologi SMA kelas X. *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*. 1(2): 158-169.
- Retnowati, D. N. 2003. Struktur komunitas makrozoobenthos dan beberapa parameter fisika kimia perairan Situ Rawa Besar, Depok, Jawa Barat. *Skripsi*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Ridwan, M., R. Fathoni, I. Fatihah dan D.A. Pangestu. 2016. Struktur komunitas makrozoobenthos di empat muara sungai cagar alam Pulau Dua, Serang, Banten. *Al-Kaunyah Jurnal Biologi*. 9(1): 57-65.
- Setyobudiandi, I., Sulistiono, F. Yulianda, C. Kusuma, S. Hariyadi, A. Damar, A. Sembiring dan Bahtiar. 2009. Sampling dan analisis data perikanan dan kelautan: terapan metode pengambilan contoh di wilayah pesisir dan laut. MAKAIRA – FPIK IPB: Bogor. 313 hlm.

- Shalihah, H.N., Pujiono W.P. dan Naniek W. 2017 Keanekaragaman moluska berdasarkan tekstur sedimen dan kadar bahan organik pada Muara Sungai Betahwalang, Kabupaten Demak. *Saintek Perikanan*. **13**(1): 58-64.
- Siahaan, R., A. Indrawan, D. Soedharma dan L. B. Prasetyo. 2011. Kualitas air sungai Cisadane, Jawa Barat – Banten. *Jurnal Ilmiah Sains*. **11**(2): 268-273.
- _____. 2012. Keanekaragaman makrozoobenthos sebagai indikator kualitas air sungai Cisadane, Jawa Barat – Banten. *Jurnal Bioslogos*. **2**(1): 1-9.
- Silalahi, J. 2010. Analisis Kualitas Air dan Hubungannya dengan Keanekaragaman Vegetasi Akuatik di Perairan Balige Danau Toba. Tesis. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Simbolon, Anna Rejeki. 2016. Pencemaran Bahan Organik dan Eutrofikasi Di Perairan Cituis, Pesisir Tangerang. *Jurnal Pro-Life*. **3**(2).
- Sinambela, M. dan Mariaty, S. 2015. Makrozoobentos dengan parameter fisika dan kimia di perairan Sungai Bubura Kabupaten Deli Serdang. *Jurnal Biosains*. **1**(2): 44-50.
- Sitompul, S. O., E. Harpeni dan B. Putri. 2012. Pengaruh Kepadatan *Azolla sp.* yang Berbeda Terhadap Kualitas Air dan Pertumbuhan Benih Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) pada Sistem Tanpa Ganti Air. *e-Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan*. **1**(1): 1-10.
- Standar Nasional Indonesia. 1990. Cara Uji Oksigen Terlarut dalam Air dengan Titrimetri. SNI M-10-1990-F.
- _____. 2005. Air dan Limbah – Bagian 23: Cara Uji Suhu dengan Termometer. SNI 06-06989.23-2005.
- _____. 2011. Syarat mutu perairan. Badan Standardisasi Nasional. SNI 7733-2011.
- Sudarto. 1993. Pembuatan alat pengukur arus secara sederhana. *Oseana*. **18**(1): 35-44.
- Sudaryanto, A. 2001. Struktur komunitas makrozoobenthos dan kondisi fisika kimiawi sedimen di perairan Donan, Cilacap – Jawa Tengah. *Jurnal Teknologi Lingkungan*. **2**(2): 119-123.
- Suprpto. 2011. Metode Analisis Parameter Kualitas Air untuk Budidaya Udang. Shrimp Club Indonesia.
- Suwondo, Elya Febrita, Dessy dan Mahmud Alpusari. 2004. Kualitas Biologi Perairan Sungai Senapelan, Sago dan Sail di Kota Pekanbaru Berdasarkan Bioindikator Plankton dan Bentos. *Jurnal Biogenesis*. **1**(1):15-20
- Umar, H. 2002. Metode riset bisnis. Gramedia Pustaka Utama: Jakarta. 324 hlm.

- Wardhana, W. 2006 Metoda prakiraan dampak dan pengelolaannya pada komponen biota akuatik. PPSML UI. Jakarta.
- Wardhana, W.A. 1994. Dampak pencemaran lingkungan. Andi: Yogyakarta. 78 hlm.
- Widyarini, H., N.T.M. Pratiwi dan Sulistiono. 2017. Struktur komunitas zooplankton di Muara Sungai Majakerta dan perairan sekitarnya, Kabupaten Indramayu, Provinsi Jawa Barat. *Jurnal Ilmu Teknologi Tropis*. **9**(1): 91-103.
- Wuisman, J. J. J. M. 1991. Metoda Penelitian Ilmu Sosial. Dwi Murni: Malang.
- Wulandari, S. Y., M. Yusuf dan Muslim. 2014. Kajian konsentrasi dan sebaran parameter kualitas air di perairan Pantai Genuk, Semarang. *Oceanografi Marina*. **3**(1): 9-19.
- Yeanny, M , S. 2007. Keanekaragaman Makrozoobentos di Muara Sungai Belawan. Fakultas MIPA Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Yustianti, M.N., Ibrahim dan Rusliani. 2013. Pertumbuhan dan sintasan larva udang *Vannamei* (*Litopenaeus vannamei*) melalui substitusi tepung ikan dengan tepung usus ayam. *Jurnal Mina Laut Indonesia*. **1**(1): 93-103.

