

**EVALUASI KUALITAS AIR DI SAWAH PADI ORGANIK DAN
KONVENSIONAL BERDASARKAN DIVERSITAS
FITOPLANKTON SEBAGAI BIOINDIKATOR**

SKRIPSI

oleh
LISYA FRISTANANDA BAKHRI
145090101111025



**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2018**

**EVALUASI KUALITAS AIR DI SAWAH PADI ORGANIK DAN
KONVENSIONAL BERDASARKAN DIVERSITAS
FITOPLANKTON SEBAGAI BIOINDIKATOR**

SKRIPSI

**Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains dalam Bidang Biologi**

oleh
LISYA FRISTANANDA BAKHRI
145090101111025



**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2018**

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

**EVALUASI KUALITAS AIR DI SAWAH PADI ORGANIK DAN
KONVENSIIONAL BERDASARKAN DIVERSITAS
FITOPLANKTON SEBAGAI BIOINDIKATOR**

**LISYA FRISTANANDA BAKHRI
145090101111025**

Telah dipertahankan di depan Majelis Penguji
pada tanggal 6 Juni 2018
dan dinyatakan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains dalam Bidang Biologi

Menyetujui
Pembimbing

Dr. Catur Retnaningdyah, M.Si
NIP. 19681031 199103 2 002

Mengetahui
Ketua Program Studi S-1 Biologi
Fakultas MIPA Universitas Brawijaya

Rodiyati Azrianingsih, S.Si., M.Sc., Ph.D.
NIP 197001281994122001

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Lisyia Fristananda Bakhri
NIM : 145090101111025
Jurusan : Biologi
Penulis Skripsi berjudul : Evaluasi Kualitas Air di Sawah Padi Organik dan Konvensional Berdasarkan Diversitas Fitoplankton Sebagai Bioindikator

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini adalah benar-benar karya sendiri dan bukan hasil plagiat dari karya orang lain. Karya-karya yang tercantum dalam Daftar Pustaka Skripsi ini semata-mata digunakan sebagai acuan atau referensi.
2. Apabila kemudian hari diketahui bahwa isi Skripsi saya merupakan hasil plagiat, maka saya bersedia menanggung segala resiko.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan segala kesadaran.

Malang, 2 Juli 2018
Yang menyatakan,

Lisyia Fristananda Bakhri
145090101111025

PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI

Skripsi ini tidak dipublikasikan namun terbuka untuk umum dengan ketentuan hak cipta ada pada penulis. Daftar Pustaka diperkenankan untuk dicatat, tetapi pengutipan hanya dapat dilakukan seijin penulis dan harus disertai kebiasaan ilmiah untuk menyebutkannya.



Evaluasi Kualitas Air Di Sawah Padi Organik dan Konvensional Berdasarkan Diversitas Fitoplankton Sebagai Bioindikator

Lisya Fristananda Bakhri, Catur Retnaningdyah
Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Brawijaya
2018

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah untuk membandingkan profil kualitas fisika kimia air di lahan sawah padi organik dengan konvensional, menentukan profil struktur komunitas dan diversitas fitoplanktonnya, serta menentukan tingkat pencemaran bahan organik dan status trofik perairan di sawah padi organik dibandingkan dengan konvensional berdasarkan indeks biotik dari fitoplankton sebagai bioindikator. Pengambilan sampel air dan fitoplankton dilakukan di perairan Sawah padi organik dan konvensional Desa Sengguruh, Kec. Kepanjen, Kab. Malang. Sifat fisika kimia air yang diukur meliputi suhu, DO, pH, turbiditas, dan konduktivitas. Struktur komunitas fitoplankton yang dihitung antara lain nilai Indeks Nilai Penting (INP), beberapa indeks diversitas meliputi Indeks Diversitas Shannon-Wiener (H'), Margalef (dMg), Simpson (D), dan Indeks Dominansi Simpson (I_d). Penentuan status trofik dan tingkat pencemaran bahan organik berdasarkan indeks biotik *Trophic Diatom Index* (TDI) dan *Percentage Tolerant Value* (%PTV). Kedua perairan sawah padi memiliki kualitas yang baik berdasarkan nilai pH, namun kurang mendukung kehidupan fitoplankton di dalamnya berdasarkan parameter suhu dan turbiditas. DO pada sawah padi organik lebih baik dibandingkan konvensional. Terjadi kodominansi oleh *Synedra* sp. dan *Navicula* sp. di sawah padi organik, dan kodominansi oleh *Gomphonema* sp., *Cyclotella* sp., dan *Crysophyte stromatocyst* di sawah padi konvensional. Kualitas perairan di sawah padi organik lebih baik dibandingkan sawah padi konvensional berdasarkan semua indeks diversitas. Sawah padi organik dikategorikan sebagai perairan yang bersifat eutrofik dengan tingkat pencemaran bahan organik ringan, sedangkan perairan sawah padi konvensional bersifat eutrofik sampai hiper-eutrofik dengan tingkat pencemaran bahan organik sedang berdasarkan nilai TDI dan %PTV.

Kata Kunci: Fitoplankton, konvensional, kualitas air, organik, sawah padi.

Evaluation of Water Quality in Organic And Conventional Paddy Field Based on The Diversity of Fitoplankton As Bioindicator

Lisya Fristananda Bakhri, Catur Retnaningdyah
Biology Department, Faculty of Mathematics and Natural Sciences,
Brawijaya University
2018

ABSTRACT

The purpose of this research is to compare the profile of chemical and physical quality of water in organic and conventional paddy fields, estimate the community structure profile of phytoplankton, and determine the pollution rate and trophic status based on phytoplankton as bioindicator. The determination of water quality was done based on some biotic indices of phytoplankton as bioindicator. Sampling of water and phytoplankton was conducted in the organic and conventional paddy field at Sengguruh Village, Kepanjen, District of Malang. Physic and chemical parameters that were measured were temperature, DO, pH, turbidity, and conductivity. The phytoplankton community structures were analyzed based on its important value index, some diversity index such as Shannon-Wiener (H'), Margalef (dMg), Simpson (D), and Simpson Domination Index (Id). Determination of water quality was based on Tropic Diatom Index (TDI) and Percentage Tolerant Value (%PTV). The result showed that water physics and chemical quality in both paddy fields had a good quality based on pH value, but less support the life of phytoplankton based on temperature and turbidity parameters. Water dissolved oxygen in organic paddy field was better than the conventional paddy field. We found 22 species of phytoplankton. Phytoplankton in organic paddy field was dominated by *Synedra* sp. and *Navicula* sp., but in conventional paddy fields was dominated by *Gomphonema* sp., *Cyclotella* sp., and *Chrysophyte stomatocyte*. Water quality in organic paddy field was better than conventional paddy field based on H' , dMg, D, and Id. Organic paddy fields were categorized as eutrophic waters with lightly organic pollution level, whereas conventional paddy fields were eutrophic to hyper-eutrophic with moderate organic pollution level based on TDI and %PTV values.

Keywords: Conventional, organic, paddy field, phytoplankton, water quality.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan Skripsi. Penulisan Skripsi ini merupakan syarat untuk memperoleh gelar sarjana di Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya.

Penulisan Skripsi ini tidak terlepas dari bantuan dan motivasi dari berbagai pihak. Oleh karena itu, Penulis ingin menyampaikan banyak terima kasih kepada:

1. Syamsul Bakhri, S.Sos dan Yulli Lindawati, S.Pt selaku kedua orang tua penulis beserta seluruh keluarga yang telah memberikan dorongan moral, spritual dan material kepada Penulis.
2. Dr. Catur Retnaningdyah, M.Si sebagai Dosen Pembimbing Skripsi yang selalu bijaksana dan sabar memberikan bimbingan, nasehat, serta waktunya selama penelitian dan penulisan Skripsi.
3. Dr. Endang Arisoesilaningih, MS dan Nia Kurniawan, S.Si., MP., D.Sc sebagai Dosen Penguji Skripsi atas saran dan nasehatnya kepada Penulis dalam penulisan Skripsi.
4. M. Yusuf, S.Si., M.Si dan Purnomo, S.Si., M.Si dan teman-teman anggota Laboratorium yang telah membantu Penulis selama bekerja di Laboratorium Ekologi dan Diversitas Hewan, Jurusan Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Brawijaya.
5. Anggi Ayu W. M., S.Si, Siti Murfizyah, S.Si, dan Retno Dwi K., S.Si yang telah membantu Penulis selama penelitian dan penulisan Skripsi.
6. Teman-teman AMINO 2014 dan semua civitas akademika Jurusan Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Brawijaya.
7. Semua pihak lain yang membantu terselesaikannya tugas akhir ini.

Penulis berharap semoga Skripsi ini dapat bermanfaat dalam pengembangan ilmu pengetahuan. Penulis menyadari bahwa penulisan Skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran sangat dibutuhkan oleh penulis.

Malang, 2 Juli 2018

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
DAFTAR NAMA DAN SINGKATAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Sistem Sawah Padi Organik	4
2.2 Karakteristik Fitoplankton dan Perannya sebagai Bioindikator di Ekosistem Perairan	5
2.3 Faktor-faktor Fisika Kimia dan Pengaruhnya terhadap Kualitas Ekosistem Perairan	9
BAB III METODE PENELITIAN	12
3.1 Waktu dan Tempat	12
3.2 Deskripsi Area Studi	12
3.3 Rancangan dan Variabel Penelitian	13
3.4 Pengambilan Sampel Fitoplankton	14
3.5 Identifikasi Sampel Fitoplankton	14
3.6 Pengukuran Kualitas Fisika dan Kimia Air	14
3.7 Analisis Data	15
3.8.1 Profil fitoplankton	15
3.8.2 Profil kualitas fisika dan kimia air dan penge- lompokkan kualitas air berdasarkan parameter fisika-kimia air dan fitoplankton ..	18
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	19
4.1 Perbandingan Profil Kualitas Fisika-kimia Sawah	

Padi Organik dengan Konvensional di Desa Sengguruh, Kec. Kepanjen, Kab. Malang	19
4.2 Perbandingan Profil Struktur Komunitas Fitoplankton Sawah Padi Organik dengan Konvensional di Desa Sengguruh, Kec. Kepanjen, Kab. Malang	25
4.3 Perbandingan Tingkat Pencemaran Bahan Organik dan Status Trofik Perairan di Lahan Sawah Padi Organik dengan Konvensional Berdasarkan Indeks Biotik Fitoplankton	32
4.4 Pengelompokkan Stasiun Penelitian Berdasarkan Sifat Fisika-kimia dan Komunitas Fitoplankton di Perairan Sawah Padi Organik dan Konvensional Desa Sengguruh, Kec. Kepanjen, Kab. Malang	34
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	37
5.1 Kesimpulan	37
5.2 Saran	37
DAFTAR PUSTAKA	39
LAMPIRAN	44



DAFTAR GAMBAR

No.	Halaman
1. Lokasi pengambilan sampel beserta stasiun pengambilan sampel	12
2. Kondisi sawah padi pada saat penelitian	13
3. Variasi suhu air di perairan sawah padi organik dan konvensional	20
4. Variasi nilai DO air di perairan sawah padi organik dan konvensional	21
5. Variasi nilai pH air di perairan lahan organik dan konvensional	22
6. Variasi nilai konduktivitas air di perairan sawah padi organik dan konvensional	23
7. Variasi nilai turbiditas air di perairan sawah padi organik dan konvensional	24
8. Variasi INP di masing-masing stasiun di perairan sawah padi organik dan konvensional	27
9. Variasi nilai Indeks Diversitas Shannon-Wiener (H') di perairan sawah padi organik dan konvensional	28
10. Variasi nilai Indeks Diversitas Margalef (dMg) di perairan sawah padi organik dan konvensional	29
11. Variasi nilai indeks di perairan sawah padi organik dan konvensional: (a) Indeks Diversitas Simpson (D); (b) Indeks Dominansi Simpson (Id)	31
12. Variasi nilai TDI di perairan sawah padi organik dan konvensional	33
13. Variasi nilai %PTV di perairan lahan organik dan konvensional	34
14. Pengelompokkan stasiun pengambilan sampel berdasarkan analisis <i>cluster</i>	35
15. Analisis <i>biplot</i> berdasarkan karakteristik dari parameter sifat fisika-kimia air dan indeks diversitas maupun biotik fitoplankton	36

DAFTAR TABEL

No.	Halaman
1. Kategori profil ekosistem perairan berdasarkan nilai indeks diversitas <i>Shannon-Wiener</i>	7
2. Kategori profil ekosistem perairan berdasarkan nilai Indeks Saprobik fitoplankton	7
3. Kategori kualitas perairan berdasarkan nilai TDI	8
4. Kategori kualitas perairan berdasarkan %PTV	9



DAFTAR LAMPIRAN

No.		Halaman
1.	<i>Eigenvalue</i> untuk parameter sifat fisika-kimia air dan Indeks- indeks Diversitas serta Biotik pada <i>software</i> PAST	44
2.	Uji statistik	44



DAFTAR NAMA DAN SINGKATAN

<u>Simbol /Singkatan</u>	<u>Keterangan</u>
-	sampai
%	Persen
%PTV	<i>Percentage Tolerant Value</i>
&	dan
<	Kurang dari
>	Lebih dari
=	sama dengan
μm	Mikrometer
$\mu\text{S.cm}^{-1}$	Mikro Siemens per sentimeter
ANOVA	<i>Analysis of Variance</i>
BT	Bujur Timur
Cst	<i>Chrysophyte stomatocyst</i>
CuSO_4	Tembaga (II) sulfat
Cy	<i>Cyclotella</i> sp.
Cym	<i>Cymbella</i> sp.
D	Indeks Diversitas Simpson
Dia	<i>Diatoma</i> sp.
Dkk	dan kawan-kawan
dMg	Indeks Diversitas Margalef
DO	<i>Dissolved Oxygen</i>
F	Frekuensi
Fr	Frekuensi relatif
Gom	<i>Gomphonema</i> sp.
H'	Indeks Diversitas Shannon-Wiener
H^+	Ion Hidrogen bermuatan +1
ha	Hekto are / hektar
Id	Indeks Dominansi Simpson
ind.l^{-1}	Individu per liter
INP	Indeks Nilai Penting
K	Kelimpahan
Kab.	Kabupaten
Kec.	Kecamatan
Ket.	Keterangan
Kr	Kelimpahan relatif
l	Liter
LS	Lintang Selatan
mg.l^{-1}	Miligram per liter

ml	Mililiter
Nav	<i>Navicula</i> sp.
No.	Nomor
NTU	<i>Nephelometric Turbidity Unit</i>
°C	derajat Celcius
OH ⁻	Ion Hidroksida bermutan -1
Ph	potential of Hydrogen
ppm	<i>Part per Million</i>
Sal	Indeks Saprobik
sp.	Spesies
Syn	<i>Synedra</i> sp.
TDI	<i>Trophic Diatom Index</i>
Tukey's HSD	Tukey's <i>Honestly Significant Difference</i>
α	Alfa
β	Beta



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara agraris, sehingga sebagian besar penduduknya merupakan petani. Luas lahan sawah padi di Indonesia di tahun 2014, menurut data Badan Pusat Statistik (2017b), adalah sebesar 8.002.552 ha. Lahan sawah padi tersebut berdasarkan cara pengolahannya dapat dibagi menjadi lahan sawah padi organik maupun tidak organik atau konvensional.

Sebagian besar petani di Indonesia masih menjalankan sistem sawah padi secara konvensional, dimana pupuk yang digunakan merupakan pupuk dengan bahan kimia buatan. Residu bahan-bahan kimia tersebut akan ikut terbawa aliran air terutama jika jumlah pupuk kimia yang diberikan tidak seimbang dengan mikronutrien yang dibutuhkan oleh tanaman (Lema dkk., 2014). Senyawa kimia yang terbawa aliran irigasi persawahan ini akan menyebabkan ekosistem perairan di sekitarnya bersifat toksik. Kerugian yang ditimbulkan dari sistem sawah padi konvensional ini dapat ditanggulangi dengan mengganti sistem sawah padi konvensional dengan sistem sawah padi organik (Salikin, 2003).

Salah satu persyaratan yang harus dipenuhi untuk sistem sawah padi organik adalah kondisi pengairan. Davis & Abbott (2006) menyatakan bahwa standar irigasi sawah padi organik yang baik harus terbebas dari residu bahan kimia, pupuk anorganik, serta bahan-bahan lain yang bersifat menurunkan produksi sawah padi. Sistem sawah padi organik ini dianggap lebih ramah lingkungan karena pupuk yang digunakan terbuat dari bahan-bahan alami yang tidak membahayakan lingkungan jika terakumulasi di tanah dalam kurun waktu yang lama (Davis & Abbott, 2006).

Sebagian lahan sawah padi di Desa Sengguruh, Kecamatan Kepanjen, Kabupaten Malang, Jawa Timur telah beralih ke sistem pertanian organik. Namun demikian belum banyak warga lain yang mengubah lahannya menjadi lahan sawah padi organik dikarenakan ketakutan warga akan menurunnya produktivitas padi yang dihasilkan jika beralih menjadi sistem sawah padi organik. Salah satu solusi yang dilakukan untuk meyakinkan warga setempat adalah dengan membandingkan kualitas lingkungan antara lahan sawah padi konvensional dengan lahan sawah padi organik. Berdasarkan hal di atas,

repository.ub.ac.id

maka peneliti ingin membandingkan profil ekosistem perairan antara lahan sawah padi konvensional dan organik berdasarkan struktur komunitas dan indeks diversitas fitoplankton. Fitoplankton merupakan organisme bersifat mikroskopik yang hidup melayang-layang di permukaan perairan (Whitton, 2012). Fitoplankton sangat ideal untuk dijadikan bioindikator kualitas suatu ekosistem perairan karena organisme ini sangat mudah didapatkan. Proses identifikasi fitoplankton ini juga sangat mudah. Masing-masing taksa fitoplankton mampu mengindikasikan karakter kualitas perairan yang berbeda-beda, berdasarkan tingkat sensitifitasnya. Kelimpahan fitoplankton sangat dipengaruhi oleh banyak sedikitnya nutrisi (nitrogen dan fosfor) yang ada di perairan sehingga fitoplankton ini dapat dijadikan sebagai indikator pencemaran nutrisi dan bahan organik pada suatu perairan (Dorgham, 2014).

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana profil kualitas fisika kimia air di lahan sawah padi organik dibandingkan dengan konvensional di Desa Sengguruh, Kec. Kepanjen, Kab. Malang?
2. Bagaimana profil struktur komunitas dan diversitas fitoplankton di perairan lahan sawah padi organik dibandingkan dengan konvensional di Desa Sengguruh, Kec. Kepanjen, Kab. Malang?
3. Bagaimana tingkat pencemaran bahan organik dan status trofik perairan di sawah padi organik dibandingkan dengan konvensional berdasarkan indeks biotik dari fitoplankton sebagai bioindikator?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini antara lain:

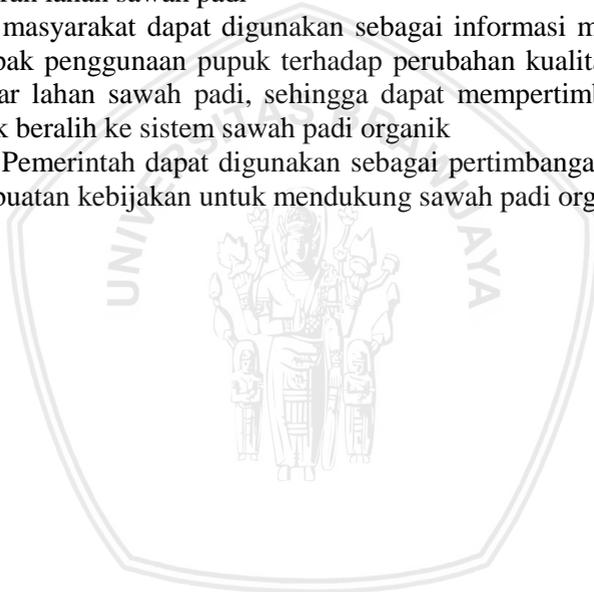
1. Membandingkan profil kualitas fisika kimia air di lahan sawah padi organik dengan konvensional di Desa Sengguruh, Kec. Kepanjen, Kab. Malang.
2. Menentukan profil struktur komunitas dan diversitas fitoplankton di perairan lahan sawah padi organik dibandingkan dengan konvensional di Desa Sengguruh, Kec. Kepanjen, Kab. Malang.

3. Menentukan tingkat pencemaran bahan organik dan status trofik perairan di sawah padi organik dibandingkan dengan konvensional berdasarkan indeks biotik dari fitoplankton sebagai bioindikator

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini terbagi menjadi terbagi menjadi beberapa sektor:

- a. di bidang ilmu pengetahuan dapat digunakan sebagai informasi mengenai dampak penggunaan pupuk kimia terhadap kualitas air serta struktur komunitas dan diversitas fitoplankton di perairan lahan sawah padi
- b. bagi masyarakat dapat digunakan sebagai informasi mengenai dampak penggunaan pupuk terhadap perubahan kualitas air di sekitar lahan sawah padi, sehingga dapat mempertimbangkan untuk beralih ke sistem sawah padi organik
- c. bagi Pemerintah dapat digunakan sebagai pertimbangan dalam pembuatan kebijakan untuk mendukung sawah padi organik.



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem Sawah Padi Organik

Indonesia merupakan negara agraris, dimana sektor sawah padi merupakan sektor terbesar. Lahan sawah padi di Indonesia menurut data Badan Pusat Statistik (2017b) di tahun 2014 mencapai 8.002.552 ha dari total luas daratan di Indonesia yang sebesar 19.109.313.200 ha (Badan Pusat Statistik, 2017a). Sebagian besar tanaman yang ditanam di lahan sawah padi tersebut adalah berupa tanaman padi. Hal tersebut dikarenakan makanan pokok penduduk Indonesia merupakan nasi, yang merupakan makanan olahan dari padi (Arsyad & Rustiadi, 2008).

Lahan sawah padi menurut sistem pemupukannya tebagi menjadi dua jenis, yaitu lahan sawah padi konvensional dan lahan sawah padi organik. Lahan sawah padi konvensional merupakan lahan sawah padi yang paling banyak dijumpai di Indonesia. Lahan sawah padi konvensional tidak membatasi jenis pupuk dan pengendali hama yang digunakan sebagai kebutuhan unsur hara tanaman, selama kadar atau dosis bahan yang diberikan tidak melanggar Peraturan Menteri Pertanian Nomor 48 Tahun 2006 terkait pedoman budidaya tanaman pangan yang baik dan benar. Pupuk anorganik yang boleh digunakan adalah jenis pupuk yang terdaftar, disahkan atau direkomendasikan pemerintah (Republik Indonesia, 2006).

Sebagian besar ladang sawah padi di Indonesia merupakan lahan sawah padi konvensional yang menggunakan pupuk anorganik sebagai suplai unsur hara tanamannya. Hal ini dikarenakan pupuk anorganik saat ini lebih mudah penggunaannya. Pupuk anorganik ini juga cukup merata distribusinya di seluruh penjuru Indonesia, sehingga mudah ditemukan. Namun demikian, pupuk anorganik ini mengandung beberapa bahan kimia yang cukup berbahaya, terutama jika petani tidak memperhatikan volume yang diaplikasikan ke lahan sawah padi. Pupuk anorganik mengandung unsur makronutrien serta mikronutrien yang dibutuhkan suatu tanaman. Bahan-bahan kimia tersebut sebagian besar mengandung logam berat yang sangat berbahaya bagi kesuburan tanah maupun struktur komunitas flora dan fauna dalam mikro habitat lahan sawah padi tersebut jika terakumulasi dalam waktu yang lama (Fox dkk., 2007). Residu bahan-bahan kimia di lahan sawah padi tersebut dapat terbawa menuju saluran irigasi sawah yang nantinya aliran

tersebut akan menuju lahan-lahan sawah padi lainnya. Masuknya bahan-bahan kimia dari residu pupuk anorganik menuju saluran irigasi ini juga mengancam kualitas air saluran irigasi yang nantinya akan berdampak pada organisme yang hidup dari adanya saluran irigasi ini (Glio, 2015; Sun dkk., 2012).

Kerugian yang ditimbulkan dari sistem sawah padi konvensional ini dapat ditanggulangi dengan mengganti sistem sawah padi konvensional dengan sistem sawah padi organik (Salikin, 2003). Salah satu persyaratan yang harus dipenuhi adalah kondisi pengairan. Davis & Abbott (2006) menyatakan bahwa standar irigasi sawah padi organik yang baik harus terbebas dari residu bahan kimia, pupuk anorganik, serta bahan-bahan lain yang bersifat menurunkan produksi sawah padi. Sistem sawah padi organik ini dianggap lebih ramah lingkungan karena pupuk yang digunakan terbuat dari bahan-bahan alami yang tidak membahayakan lingkungan jika terakumulasi di tanah dalam kurun waktu yang lama (Davis & Abbott, 2006).

Terdapat beberapa perdebatan tentang pengadaan sistem sawah padi organik sebagai solusi dari kerugian yang ditimbulkan dari sistem sawah padi konvensional. Kekhawatiran tersebut di antaranya adalah degradasi produksi pangan yang nantinya akan menyebabkan berkurangnya hasil panen, namun terdapat beberapa penelitian yang menyangkal pendapat tersebut. Penelitian tersebut menyatakan bahwa sawah padi organik dapat mempertahankan produktivitas lahan dan hasil panen secara berkesinambungan (Salikin, 2003). Penelitian yang dilakukan oleh Brandt dan Molgaard (2001) membuktikan bahwa hasil produksi yang berasal dari sawah padi organik ini lebih sehat dibandingkan hasil produksi sistem sawah padi konvensional. Sistem sawah padi organik bukan hanya unggul dari segi kualitas hasil panen, namun juga mampu meningkatkan keragaman struktur komunitas di sekitar lahan sawah padi organik tersebut (Bengtsson dkk., 2005).

2.2 Karakteristik Fitoplankton dan Perannya sebagai Bioindikator di Ekosistem Perairan

Fitoplankton merupakan organisme yang dapat ditemukan di berbagai ekosistem perairan. Fitoplankton bersifat mikroskopik uniseluler, namun telah memiliki membran inti (eukaryotik). Fitoplankton dikatakan mikroskopik karena memiliki ukuran tubuh yang berkisar antara 2-200 μm (Whitton, 2012).

Fitoplankton merupakan biota nabati mikro yang hidupnya melayang-layang di air dan pergerakannya cenderung pasif karena dipengaruhi oleh gerak air. Kelimpahan fitoplankton menurut Ludwig, dkk (2008), sangat dipengaruhi oleh arus pada perairan tersebut. Adanya arus pada suatu perairan akan berpengaruh pada kemampuan fitoplankton untuk bertahan. Kelimpahan fitoplankton ini juga sangat dipengaruhi oleh besarnya intensitas cahaya yang dapat masuk ke air. Hal ini dikarenakan fitoplankton bersifat autotrof dimana organisme ini dapat menghasilkan cadangan makanannya sendiri dengan cahaya sebagai salah satu sumber utamanya. Fitoplankton mampu menghasilkan makanannya sendiri karena organisme ini memiliki plasmid di dalam selnya yang di dalamnya terdapat klorofil. Klorofil inilah yang dapat memecah cahaya menjadi energi. Aktifitas fotosintesis fitoplankton ini, menurut Dorgham (2014) juga bergantung pada ketersediaan nutrisi di ekosistem perairan tersebut. Nutrisi yang dibutuhkan fitoplankton dalam proses tumbuh dan berkembang antara lain nitrat, fosfat, amonia dan karbondioksida. Kebutuhan fitoplankton akan nutrisi ini dapat dijadikan indikasi keberadaan nutrisi dalam suatu ekosistem perairan dengan adanya eksistensi beberapa jenis fitoplankton. Keberadaan fitoplankton yang melimpah (*blooming*) mengindikasikan bahwa ekosistem perairan tersebut memiliki kandungan nutrisi di atas ambang batas atau biasa disebut dengan eutrofik. Eutrofikasi pada suatu ekosistem perairan dapat menyebabkan pencemaran (Dorgham, 2014).

Goldman & Horne (1994) menyatakan bahwa profil suatu ekosistem perairan berdasarkan kelimpahan fitoplankton dapat diketahui dengan menghitung beberapa indeks diversitas dan biotik berdasarkan struktur komunitasnya. Salah satu indeks diversitas yang paling sering digunakan adalah indeks diversitas Shannon-Wiener dan indeks biotiknya adalah saprobik. Indeks-indeks ini memiliki beberapa kategori profil kualitas ekosistem perairan berdasarkan nilai yang ditunjukkannya (Goldman & Horne, 1994).

Indeks diversitas Shannon-Wiener (H') merupakan suatu indeks biotik yang menggambarkan keragaman taksa organisme di suatu ekosistem. Semakin besar nilai H' nya, maka semakin beragam taksa organisme yang terdapat di suatu ekosistem. Keberagaman taksa fitoplankton di ekosistem perairan menunjukkan suatu keseimbangan ekosistem, jika nilai H' nya rendah, maka bisa diindikasikan terjadi pencemaran pada ekosistem perairan tersebut (Wu dkk., 2014). Indeks

diversitas ini memiliki beberapa kategori profil kualitas air berdasarkan besar nilai H' nya yang terdapat pada Tabel 1 berikut,

Tabel 1. Kategori profil ekosistem perairan berdasarkan nilai indeks diversitas Shannon-Wiener

Nilai H'	Kategori
2,0-3,0	Baik (tercemar ringan)
1,0-2,0	Moderat

(Wu dkk., 2014)

Hubungan keberadaan fitoplankton dengan sumber nutrisinya juga dapat diketahui dengan menghitung nilai Indeks Saprobik (Sal). Indeks Saprobik ini akan menggambarkan profil pencemaran suatu ekosistem perairan berdasarkan nilai Indeks Saprobik dari fitoplankton. Mikrofitoplankton juga termasuk ke dalam kelompok fitoplankton, sehingga nilai Indeks Saprobik ini dapat pula digunakan sebagai indeks biotik fitoplankton (Wijaya, 2009). Klasifikasi nilai Indeks Saprobik menurut Sladeczek (1973) dinyatakan dalam Tabel 2 berikut,

Tabel 2. Kategori profil ekosistem perairan berdasarkan nilai Indeks Saprobik fitoplankton

Nilai	Kategori	Interpretasi
< 1,8	Oligosaprobik	Pencemaran sangat ringan
1,8-2,3	β -mesosaprobik	Pencemaran ringan
2,3-2,8	β - α -mesosaprobik	Pencemaran sedang
2,8-3,3	α -mesosaprobik	Pencemaran agak tinggi
>3,3	Polisaprobik	Pencemaran tinggi

(Sladeczek, 1973)

Indeks biotik lain yang dapat digunakan untuk menentukan kualitas ekosistem perairan adalah *Trophic Diatom Index* (TDI). TDI merupakan indeks yang dapat menggambarkan profil kualitas suatu ekosistem perairan dengan menggunakan faktor biotik, berupa tingkat toleransi dari beberapa spesies diatom. Diatom merupakan fitoplankton yang cukup sensitif dalam menggambarkan suatu profil perairan, sehingga dapat dijadikan bioindikator (Viani & Retnaningdyah, 2018). Penentuan

kualitas perairan berdasarkan nilai TDI dibedakan menjadi beberapa kategori yang diklasifikasikan menurut Kelly & Whitton (1995) sebagai berikut:

Tabel 3. Kategori kualitas perairan berdasarkan nilai TDI

Nilai	Interpretasi
0-24	Oligo-eutrofik
25-49	Meso-eutrofik
50-74	Eutrofik
75-100	Hiper-eutrofik

(Kelly & Whitton, 1995)

TDI dapat dilengkapi dengan indeks lain berupa *Percentage Pollution Toleran Value* (%PTV). Perhitungan %PTV ini bertujuan untuk menentukan keberadaan limbah organik berat di suatu ekosistem perairan karena nilai TDI kurang sensitif terhadap pencemaran dari limbah organik berat. Nilai %PTV dihitung dengan menggunakan nilai toleransi dari diatom-diatom yang dianggap toleran menurut Kelly & Whitton (1995). Penentuan kualitas perairan berdasarkan %PTV dibedakan menjadi beberapa kategori yang diklasifikasikan menurut Kelly & Whitton (1995) sebagai berikut:

Tabel 4. Kategori kualitas perairan berdasarkan %PTV

Nilai	Interpretasi
<20%	Bebas polusi pencemaran signifikan
21 – 40%	Ada beberapa bukti adanya pencemaran organik
41 – 60%	Pencemaran organik cenderung memberikan kontribusi yang signifikan terhadap adanya eutrofikasi
>60%	Daerah yang terkontaminasi dengan pencemaran organik

(Kelly & Whitton, 1995)

2.3 Faktor-faktor Fisika Kimia dan Pengaruhnya terhadap Kualitas Ekosistem Perairan

Ekosistem perairan merupakan sumber utama kelangsungan hidup berbagai organisme. Kualitas air di suatu perairan akan menentukan

organisme-organisme apa yang hidup di sekitar ekosistem tersebut. Kualitas air ini cenderung bersifat sangat dinamis. Banyak faktor yang dapat mempengaruhi terjadinya perubahan kualitas air tersebut. Faktor-faktor tersebut terbagi dua parameter, yaitu parameter faktor biotik dan faktor abiotik (Effendi 2003). Parameter faktor biotik merupakan parameter yang memanfaatkan organisme yang hidup dalam suatu ekosistem tersebut sebagai bioindikator, sedangkan parameter faktor abiotik memanfaatkan parameter-parameter yang bersifat fisika dan kimia. Parameter-parameter fisika kimia yang umum diukur dalam suatu ekosistem perairan antara lain suhu, keasaman (pH), kelarutan oksigen (*dissolved oxygen*), kekeruhan dan intensitas cahaya. Kedua parameter tersebut juga dapat saling mempengaruhi satu sama lain sehingga terjadilah suatu perubahan kualitas ekosistem perairan (Kreger, 2004).

Intensitas cahaya umumnya menjadi faktor pembatas organisme. Permukaan air yang memiliki intensitas cahaya yang rendah kemungkinan terdapat zooplankton dan sedikit fitoplankton yang dapat hidup di dalamnya (Krantzberg, 2010). Hal ini dikarenakan fitoplankton sangat menggantungkan hidupnya dengan banyaknya intensitas cahaya yang dapat masuk ke dalam permukaan air. Intensitas cahaya dimanfaatkan oleh fitoplankton dalam fotosintesis selnya untuk kepentingan metabolisme, sehingga dapat dikatakan bahwa kelimpahan fitoplankton akan sebanding dengan besar kecilnya intensitas cahaya yang masuk ke permukaan air. Berbeda dengan fitoplankton, kelimpahan zooplankton akan berbanding terbalik dengan besar intensitas cahaya. Hal ini dikarenakan zooplankton sangat sensitif dengan adanya sinar (Effendi, 2003).

Parameter suhu merepresentasikan banyak sedikitnya energi di perairan. Suhu yang dijadikan parameter pengukuran kualitas di ekosistem perairan adalah suhu air dan udara. Suhu udara pada umumnya merupakan faktor yang mempengaruhi besarnya suhu air (Krantzberg, 2010). Suhu air sangat mempengaruhi kelimpahan faktor biotik yang hidup di perairan tersebut. Fitoplankton mampu bermetabolisme dengan baik pada ekosistem perairan yang suhu airnya berkisar antara 27-29,5°C. Beberapa organisme akan mengalami gangguan metabolisme jika suhu airnya terlalu tinggi, karena beberapa komponen fotosintesisnya yang rusak (Morton, 2000).

Nilai *dissolved oxygen* (DO) menggambarkan besar kecilnya kelarutan oksigen dalam air dalam bentuk molekul. Kadar oksigen

terlarut dalam air yang semakin tinggi di suatu ekosistem perairan menunjukkan kualitas perairan yang semakin baik. Oksigen banyak dibutuhkan organisme air untuk respirasi dan metabolisme. Oksigen juga merupakan produk hasil dari proses fotosintesis fitoplankton dan tanaman air, sehingga besarnya nilai DO pada suatu ekosistem perairan menunjukkan suatu keseimbangan struktur komunitas organisme air yang hidup di dalamnya. Air memiliki batas tertentu terhadap seberapa banyak oksigen yang dapat larut di dalamnya. Hal tersebut dapat dipengaruhi oleh suhu (Davis & McCuen, 2005). Dutta dan Gupta (2006) menyatakan bahwa kualitas perairan dikatakan baik jika nilai DO nya berkisar antara 3-15 ppm.

Derajat keasaman atau pH air merupakan salah satu faktor kualitas air yang mempengaruhi kehidupan organisme perairan. Perbedaan keasaman atau pH air ditentukan oleh ion H^+ yang ada dalam sampel. Derajat keasaman dapat disebabkan oleh banyaknya tanaman dan material organik dalam perairan yang terdekomposisi. Komposisi kimia yang ada di dalam endapan dasar perairan juga dapat mempengaruhi keasaman perairan. Contoh senyawa yang terakumulasi yaitu hasil metabolisme tanaman yang mengandung ion hidrogen. Hidrogen yang banyak dalam air akan meningkatkan keasaman perairan. Effendi (2003) menyebutkan bahwa organisme air sensitif terhadap perubahan pH dan hidup antara pH 7-8, namun menurut Carrow dan Duncan (2012) untuk air irigasi, pH netral berkisar antara 6.5-8.4. pH netral menunjukkan persamaan konsentrasi H^+ dan OH^- (Carrow dan Duncan, 2012).

Turbiditas melambangkan tingkat kekeruhan suatu perairan. Tingkat kekeruhan air dijadikan sebagai salah satu parameter untuk menentukan kualitas air, hal ini dikarenakan partikel-partikel yang menyebabkan air keruh dapat menghambat dispersi cahaya pada air. Apabila dispersi cahaya terhambat, maka kehidupan mikroorganisme air dapat terganggu. Kekeruhan air disebabkan karena adanya material organik dan anorganik yang tersuspensi pada air. Material tersebut meliputi tanah liat, endapan lumpur, plankton, dan jasa renik (Lafayette, 2008). Lafayette (2008) menyatakan bahwa ambang batas nilai turbiditas untuk perairan dangkal, sungai dan air untuk budidaya ikan adalah sebesar 25 NTU.



BAB III

METODE PENELITIAN

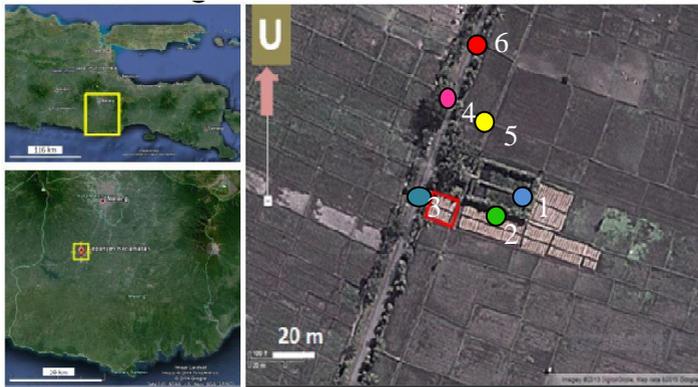
3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada Bulan November 2017 sampai Juni 2018. Pengambilan sampel air dan fitoplankton dilakukan di perairan yang ada di lahan sawah padi organik dan konvensional di Desa Sengguh, Kecamatan Kepanjen, Kabupaten Malang, Jawa Timur. Identifikasi fitoplankton dan analisis data dilakukan di Laboratorium Ekologi dan Diversitas Hewan, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya, Malang.

3.2 Deskripsi Area Studi

Sampel air dan fitoplankton dalam penelitian ini diambil di sawah padi organik dan konvensional yang berada di Desa Sengguh, Kecamatan Kepanjen, Kabupaten Malang, Jawa Timur. Lahan sawah padi organik ini, secara geografis, berada dalam koordinat 8°09'42,6" LS dan 112°33'40" BT (Gambar 1) Terdapat dua jenis lahan sawah padi di lokasi tersebut, yaitu sawah padi organik dan konvensional. Sampel air dan fitoplankton diambil di kedua jenis ekosistem perairan sawah padi, yaitu lahan sawah padi organik (Stasiun 1, 2, dan 3) dan konvensional (Stasiun 4, 5, dan 6). Masing-masing sampel diambil dari tiga stasiun yang berbeda Masing-masing stasiun memiliki tiga titik sebagai ulangnya. Total sampel yang diambil dari lokasi tersebut berjumlah 18 sampel.

Kedua lahan berada dalam fase setelah panen ketika sampel air dan fitoplankton tersebut diambil untuk penelitian, sehingga vegetasi padi dalam petak sawah tidak terlalu rimbun, namun masih terdapat sisa-sisa tanaman padi paska panen. Pengambilan sampel dilakukan ketika dalam musim penghujan, sehingga kedua jenis sawah padi selalu tergenang air (Gambar 2).



(Pratiwi & Arisoesilaningih, 2014)

Gambar 1. Lokasi beserta stasiun pengambilan sampel



Gambar 2. Kondisi sawah padi pada saat penelitian

3.3 Rancangan dan Variabel Penelitian

Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode *Ex Post Facto*. Metode ini menghubungkan sebab dan akibat masing-masing variabel yang sudah terjadi di lapang sehingga peneliti tidak perlu memberikan perlakuan. Pengambilan sampel air dan fitoplankton dilakukan secara acak terpilih (*purposive random sampling*) pada masing-masing stasiun

penelitian. Pemantauan kualitas air dan fitoplankton pada masing-masing lahan sawah padi dilakukan pengulangan sebanyak tiga kali. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah jenis lahan sawah padi (organik dan konvensional), sedangkan variabel terikatnya antara lain profil kualitas air dan struktur komunitas serta diversitas fitoplankton.

3.4 Pengambilan Sampel Fitoplankton

Air dari lahan sawah padi diambil sebanyak 1 l dengan menggunakan gelas ukur. Air tersebut kemudian disaring dengan menggunakan jaring plankton. Air hasil tampungan dari jaring plankton kemudian dipindahkan ke dalam botol kultur. Sampel di dalam botol kultur kemudian ditambahkan formalin 4% sebanyak 10 tetes dan CuSO_4 jenuh sebanyak lima tetes.

3.5 Identifikasi Sampel Fitoplankton

Sampel fitoplankton yang didapatkan pada saat pengambilan sampel kemudian diidentifikasi di laboratorium. Sampel fitoplankton dimasukkan ke dalam *Cell Sedgewick Rafter* dan diamati di bawah mikroskop dengan perbesaran 400x. Perhitungan kelimpahan fitoplankton sebanyak 1000 kotak dalam *Cell Sedgewick Rafter* dalam satuan individu per liter (ind.l^{-1}). Identifikasi fitoplankton yang ditemukan mengacu pada buku identifikasi fitoplankton. Perhitungan kelimpahan fitoplankton dilakukan dengan Persamaan 1

$$\text{Kelimpahan (ind.l}^{-1}\text{)} = \frac{\Sigma \text{lapang pandang Cell Sedgewick Rafter}}{\Sigma \text{lapang pandang yang diamati}} \times \frac{\text{vol.air terkonsentrasi (ml)}}{\text{vol.air tersaring (l)}} = \text{pengali} \quad (1)$$

3.6 Pengukuran Kualitas Fisika dan Kimia Air

Sifat fisika kimia air di lahan sawah padi diukur langsung di lokasi penelitian. Parameter sifat fisika kimia air yang diukur antara lain suhu, kelarutan oksigen dalam air (DO), derajat keasaman (pH), konduktivitas dan turbiditas. Pengukuran parameter sifat fisika kimia air ini dilakukan tiga ulangan di setiap stasiunnya.

Suhu air diukur dengan menggunakan termometer digital. Pengukuran dilakukan dengan memasukkan elektrode termometer ke dalam sampel air. Nilai yang muncul dengan satuan derajat Celcius ($^{\circ}\text{C}$) pada layar termometer digital tersebut merupakan besar suhu air dari

repository.ub.ac.id

sampel yang diukur. Kelarutan oksigen dalam air dapat diukur dengan DOmeter. Pengukuran nilai DO dilakukan dengan memasukkan elektrode DOmeter ke dalam sampel air. Nilai yang muncul dengan satuan mg.l^{-1} pada layar DOmeter tersebut merupakan besar kelarutan oksigen dalam air dari sampel yang diukur. Derajat keasaman (pH) perairan diukur dengan menggunakan pH meter. Elektrode pH meter dimasukkan ke dalam sampel air untuk melakukan pengukurannya. Nilai stabil yang muncul di layar pada layar pH tersebut merupakan besar derajat keasaman dari sampel yang diukur. Kandungan ion dalam air dapat diukur dengan konduktivimeter. Pengukuran nilai konduktivitas dilakukan dengan memasukkan elektrode konduktivimeter ke dalam sampel air. Nilai yang muncul dengan satuan $\mu\text{S.cm}^{-1}$ pada layar konduktivimeter tersebut merupakan besar ion dalam air dari sampel yang diukur. Turbiditas atau kekeruhan air diukur dengan menggunakan turbidimeter. Sampel air dimasukkan ke dalam botol khusus turbidimeter sampai batas garis kemudian ditutup dengan penutupnya. Bagian luar botol dibersihkan dengan menggunakan tissue kemudian botol dimasukkan ke dalam turbidimeter. Nilai turbiditas ini dimunculkan dengan menekan tombol *read* dan ditunggu beberapa saat hingga nilai muncul di layar. Nilai yang muncul di layar turbidimeter dalam satuan NTU merupakan besar tingkat kekeruhan dari sampel yang diukur.

3.7 Analisis Data

3.7.1 Profil fitoplankton

Data hasil identifikasi dan perhitungan kelimpahan fitoplankton dianalisis dengan menentukan profil struktur komunitas fitoplankton berdasarkan data kelimpahan (K), kelimpahan relatif (Kr), frekuensi (F) dan frekuensi relatif (Fr). Struktur komunitas fitoplankton tersebut juga dianalisis dengan menggunakan beberapa indeks-indeks diversitas. Indeks-indeks tersebut antara lain Indeks Nilai Penting (INP), indeks diversitas Shannon-Wiener (H'), indeks diversitas Simpson (D), indeks dominansi Simpson (Id), indeks keseragaman (E) dan indeks Margalef (dMg).

Indeks nilai penting (INP) menunjukkan taksa organisme yang mendominasi di suatu lokasi penelitian. Taksa organisme yang paling tinggi merupakan organisme yang paling dominan di lokasi penelitian

tersebut. INP didapatkan dengan menjumlahkan nilai kelimpahan relatif (Kr) dan frekuensi relatif (Fr) dan dinyatakan dalam satuan persen (%), sehingga persamaanya dapat dinyatakan dalam Persamaan 1 sebagai berikut (Yuliana dkk., 2012),

$$\text{INP} = \text{Kr} + \text{Fr} \quad (2)$$

Keterangan:

- INP : Indeks Nilai Penting (%)
- Kr : Kelimpahan relatif (%)
- Fr : Frekuensi relatif (%)

Nilai indeks diversitas *Shannon-Wiener* (H') menurut (Yuliana dkk., 2012) menunjukkan keragaman jenis fitoplankton yang ditemukan di suatu lokasi penelitian. Rumus untuk menentukan nilai H' yang paling sering digunakan dinyatakan dalam Persamaan 3,

$$H' = - \sum_{i=1}^s P_i^2 \log P_i \quad (3)$$

Keterangan:

- H' : Nilai indeks diversitas Shannon-Wiener
- s : Jumlah total spesies di dalam komunitas
- P_i : Proporsi spesies ke-i terhadap jumlah total

Nilai indeks dominansi *Simpson* (I_d) menggambarkan dominansi parsial suatu ekosistem. Jangkauan nilai I_d akan berkisar dari 0-1. Rumus untuk menentukan nilai I_d dinyatakan dalam Persamaan 4 (Yuliana dkk., 2012),

$$I_d = \frac{N_i(N_i-1)}{N(N-1)} \quad (4)$$

Keterangan:

- I_d : Nilai indeks dominansi Simpson
- N_i : Jumlah individu spesies ke-i
- N : Jumlah total individu yang ditemukan

Nilai indeks diversitas *Simpson* (D) menggambarkan kekayaan spesies di suatu ekosistem perairan. Indeks ini juga dapat menggambarkan tingkat pencemaran pada ekosistem tersebut. Rumus untuk menentukan nilai D dinyatakan dalam Persamaan 5 (Yuliana dkk., 2012),

$$D = 1 - \sum_{i=1}^s (p_i)^2 \tag{5}$$

Keterangan:

- D : Nilai indeks diversitas Simpson
- Pi : Proporsi spesies ke-i terhadap jumlah total
- S : Jumlah total spesies di dalam komunitas

Nilai indeks keseragaman (E) menunjukkan tingkat keseragaman populasi pada suatu lokasi penelitian. Rumus untuk menentukan nilai E dinyatakan dalam Persamaan 6 (Yuliana dkk., 2012),

$$E = \frac{H'}{H_{max}} \tag{6}$$

Keterangan:

- E : Nilai indeks keseragaman
- H' : Indeks keanekaragaman jenis
- Hmax : Jumlah jenis

Nilai indeks diversitas Margalef (dMg) menggambarkan kekayaan spesies di suatu ekosistem perairan. Indeks ini juga dapat menggambarkan tingkat pencemaran berdasarkan bahan pencemar organik pada ekosistem tersebut. Rumus untuk menentukan nilai D dinyatakan dalam Persamaan 7 (Yuliana dkk., 2012),

$$dMg = \frac{S-1}{\ln N} \tag{7}$$

Keterangan:

- dMg : Nilai indeks diversitas *Margalef*
- S : Jumlah total spesies di dalam komunitas
- N : Jumlah total individu yang ditemukan

Nilai indeks biotik *Trophic Diatom Index* (TDI) mengindikasikan adanya eutrofikasi pada suatu perairan. Nilai TDI ini memanfaatkan nilai toleransi dari 86 taksa diatom yang disimbolkan dengan nilai sensitif (s) dan nilai indikator (v). Rumus untuk menentukan nilai TDI dinyatakan dalam Persamaan 8 berikut (Kelly & Whitton, 1995),

$$TDI = (WMS \times 25) - 25 \tag{8}$$

$$WMS = \frac{a.s.v}{a.v} \tag{9}$$

Keterangan:

a : Kelimpahan taksa yang ditemukan

s : Nilai sensitifitas polusi pencemaran (1-5) dari spesies ke i

v : Nilai indikator (1-3) dari spesies ke i

Percentage Tolerant Value (%PTV) digunakan untuk mengetahui tingkatan pencemaran organik suatu perairan sebagai pelengkap nilai TDI. %PTV merupakan persentase jumlah taksa diatom yang toleran dari total taksa yang ditemukan. Rumus untuk menentukan nilai TDI dinyatakan dalam Persamaan 10 (Kelly & Whitton, 1995),

$$\%PTV = \frac{\text{Kelimpahan taksa diatom toleran}}{\text{kelimpahan taksa total}} \times 100 \quad (10)$$

3.7.2 Profil kualitas fisika dan kimia air dan pengelompokan kualitas air berdasarkan parameter fisika kimia air dan fitoplankton

Data hasil pengukuran parameter fisika kimia air dari masing-masing stasiun dikompilasi ke dalam *software Ms. Excel*. Data hasil kompilasi tersebut selanjutnya dianalisis secara statistik deskriptif dengan menghitung rata-rata dan standar deviasi untuk masing-masing stasiun dan juga dilakukan uji beda menggunakan ANOVA yang dilanjutkan dengan uji Tukey HSD α 0,05 (jika distribusi data normal dan varians homogen) atau menggunakan uji Brown Forsythe dilanjutkan dengan Games-Howell α 0,05 (jika distribusi data normal dan varians heterogen). Pengelompokan kualitas air diketahui dengan melakukan analisis *Cluster* dan *biplot* terhadap kualitas air dan diversitas fitoplankton masing-masing lahan sawah padi tiap waktu pantau dengan menggunakan *software* PAST 3.

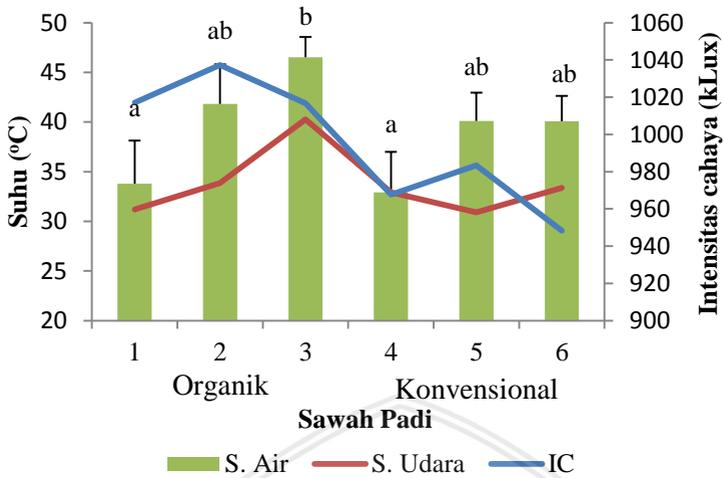


BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Perbandingan Profil Kualitas Fisika-kimia Lahan Sawah padi Organik dengan Konvensional di Desa Senggruh, Kec. Kepanjen, Kab. Malang

Parameter fisika berupa suhu air yang diukur di lokasi penelitian mengalami fluktuasi nilai di perairan sawah padi organik maupun konvensional. Suhu air tertinggi terdapat di Stasiun 3, yaitu sebesar 46,53 °C, sedangkan suhu terendah ditemukan pada Stasiun 4, yaitu sebesar 32,9 °C (Gambar 3). Stasiun yang lain mempunyai suhu sedang dan berkisar antara 40,07-41,83 °C. Naik turunnya suhu air di masing-masing stasiun ini dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya adalah suhu udara dan intensitas cahaya di lokasi tersebut. Suhu udara di lokasi penelitian berkisar antara 30,9-40,27°C (Gambar 3). Semakin tinggi suhu dan intensitas cahaya di suatu ekosistem dapat mengakibatkan meningkatnya suhu air di perairan dikarenakan energi dari sinar matahari langsung masuk ke dalam air (Litchman dkk., 2010). Faktor lain yang dapat menyebabkan tingginya suhu air di perairan adalah keberadaan vegetasi atau riparian. Naungan dari vegetasi atau riparian dapat menghalangi intensitas cahaya matahari untuk masuk ke air (Boyd, 2014). Teori tersebut mendukung dengan kondisi yang terjadi di lokasi penelitian, dimana vegetasi yang terdapat di lahan sawah padi organik maupun konvensional pada saat itu sedikit, dikarenakan tanaman padi di lahan sawah padi baru saja dipanen.

Suhu air yang baik untuk mendukung kehidupan fitoplankton menurut Morton (2000) berkisar antara 20-30 °C. Suhu yang dihitung di perairan sawah padi di semua stasiun melebihi ambang batas dari standar suhu air yang mendukung kelangsungan hidup fitoplankton. Hal ini dapat menyebabkan beberapa fungsi fisiologis fitoplankton terganggu (Boyd, 2014; Litchman dkk., 2010).

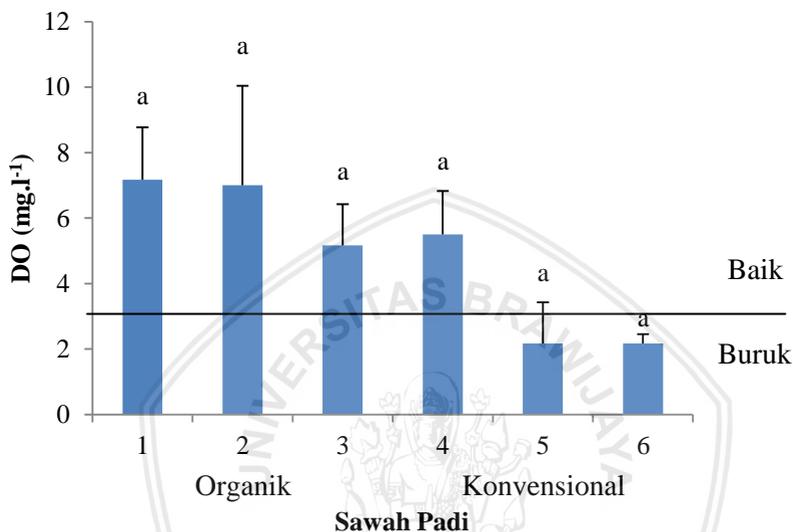


Gambar 3. Variasi suhu air di perairan sawah padi organik dan konvensional

Ket: Notasi yang berbeda tiap lokasi menunjukkan adanya beda nyata berdasarkan uji beda *One-way* ANOVA dilanjutkan uji Tukey HSD α 0,05

Parameter kedua dari sifat fisika-kimia air yang diukur adalah kelarutan oksigen dalam air (DO). Hasil pemantauan menunjukkan bahwa kadar DO perairan di lahan sawah padi organik cenderung lebih besar berkisar antara 5,17-7,17 mg.l⁻¹ dibandingkan dengan kadar DO di lahan sawah padi konvensional yang berkisar antara 2,17-5,50 mg.l⁻¹ (Gambar 4). Namun demikian Hasil uji Brown Forsythe menunjukkan bahwa nilai DO antar stasiun penelitian tidak berbeda secara signifikan. DO berperan dalam pengaturan proses oksidasi dan reduksi bahan organik dan anorganik dalam air (Salmin, 2005). Semakin tinggi nilai DO di suatu perairan, maka kelangsungan hidup fitoplankton di perairan tersebut semakin baik karena kesediaan oksigen mampu mendukung kehidupan organisme yang ada di perairan. Besar kecilnya nilai DO di suatu perairan juga dapat dipengaruhi oleh banyaknya residu bahan organik di suatu perairan. Semakin banyak sisa bahan organik di suatu perairan menyebabkan semakin rendahnya nilai DO di perairan tersebut (Koswara dkk., 2015; Viani & Retnaningdyah, 2018). Dengan demikian, residu bahan organik di perairan sawah padi organik diduga

lebih sedikit dibandingkan lahan sawah padi konvensional. Nilai DO air yang mengindikasikan kualitas ekosistem perairan yang baik adalah 3-15 mg.l⁻¹ (Dutta & Gupta, 2006), sehingga dapat disimpulkan kualitas perairan di lahan sawah padi organik lebih baik dibandingkan lahan sawah padi konvensional berdasarkan nilai DO.

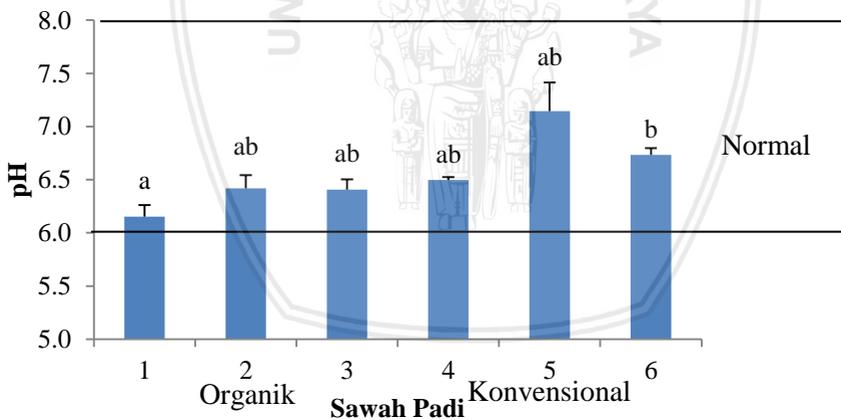


Gambar 4. Variasi nilai DO air di perairan sawah padi organik dan konvensional

Ket: Notasi yang sama tiap lokasi menunjukkan tidak adanya beda nyata berdasarkan uji beda Brown Forsythe α 0,05

Hasil pemantauan parameter pH di lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 5. Nilai pH air di Stasiun 1 nyata terendah yaitu sebesar 6,15, sedangkan pH stasiun 6 nyata tertinggi yaitu 6,73. Nilai pH stasiun yang lain berada di antaranya dan berkisar antara 6,42-7,15 (Gambar 5). Hasil pengukuran kadar pH juga menunjukkan bahwa ada kecenderungan nilai pH pada perairan sawah padi organik lebih rendah dibandingkan dengan air di sawah konvensional. Suatu perairan akan bersifat semakin asam jika memiliki nilai pH mendekati angka 1, sedangkan sifatnya akan semakin basa jika nilai pH nya mendekati angka 14 (Boyd, 2014). Data yang didapatkan menunjukkan bahwa nilai

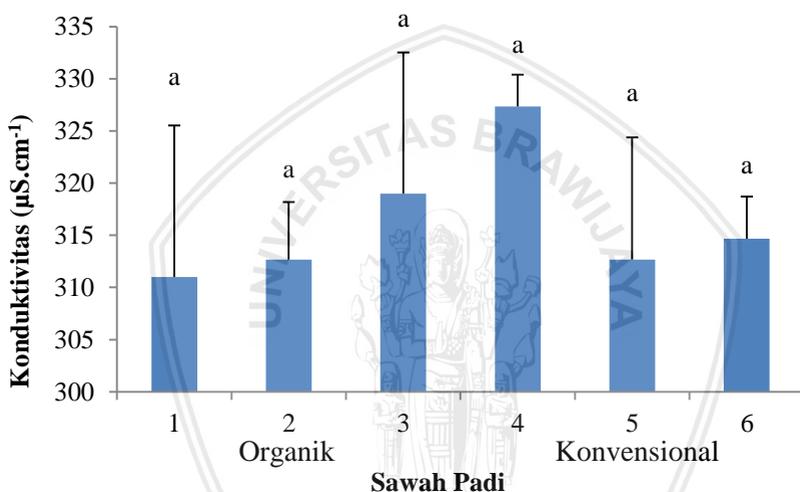
pH di perairan sawah padi konvensional cenderung lebih basa dibandingkan perairan sawah padi organik. pH air yang sesuai untuk perairan irigasi menurut Carrow & Duncan (2012) adalah sebesar 6,5-8,4, sehingga nilai pH perairan di seluruh stasiun lahan sawah padi tersebut telah sesuai. Hal tersebut juga sesuai dengan Peraturan Pemerintah No. 82 (2001) yang menyatakan bahwa pH normal dari suatu perairan adalah dalam rentang nilai 6-8. Nilai pH yang melebihi batas normal dapat mempengaruhi organisme yang hidup di dalamnya, baik morfologis maupun fisiologisnya. Besar kecilnya nilai pH dalam suatu perairan dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya adalah residu bahan organik dalam suatu perairan. Tingginya nilai pH dalam suatu perairan dapat mengindikasikan adanya akumulasi dari amonia dalam perairan tersebut yang berasal dari bahan organik yang tidak bisa terdegradasi secara aerobik (Boyd, 2014). Berdasarkan pernyataan tersebut, residu bahan organik pada perairan sawah padi konvensional diduga lebih melimpah dibandingkan lahan sawah padi organik. Akumulasi amonia dalam perairan dapat menyebabkan menurunnya kadar oksigen terlarut dalam air (Boyd, 2014).



Gambar 5. Variasi nilai pH air di perairan sawah padi organik dan konvensional

Ket: Notasi yang berbeda tiap lokasi menunjukkan adanya beda nyata berdasarkan uji beda berdasarkan uji Brown Forsythe dilanjutkan dengan Games-Howell α 0,05

Nilai konduktivitas air di sawah padi organik dan konvensional yang ada di Desa Sengguruh Kecamatan Kepanjen Kabupaten Malang tidak mempunyai variasi yang besar dan berkisar antara 311,00 – 327,33 $\mu\text{S.cm}^{-1}$ (Gambar 6). Perairan air tawar secara normal memiliki rentang nilai konduktivitas sebesar 20 – 1500 $\mu\text{S.cm}^{-1}$. Nilai konduktivitas mampu mengindikasikan kualitas perairan yang baik, jika nilainya $<400 \mu\text{S.cm}^{-1}$ (Visser dkk., 2016). Tinggi rendahnya nilai konduktivitas dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya adalah ion-ion terlarut dalam air. Pengukuran nilai konduktivitas dapat memantau kualitas air berdasarkan materi-materi kimiawi (Boyd, 2014).

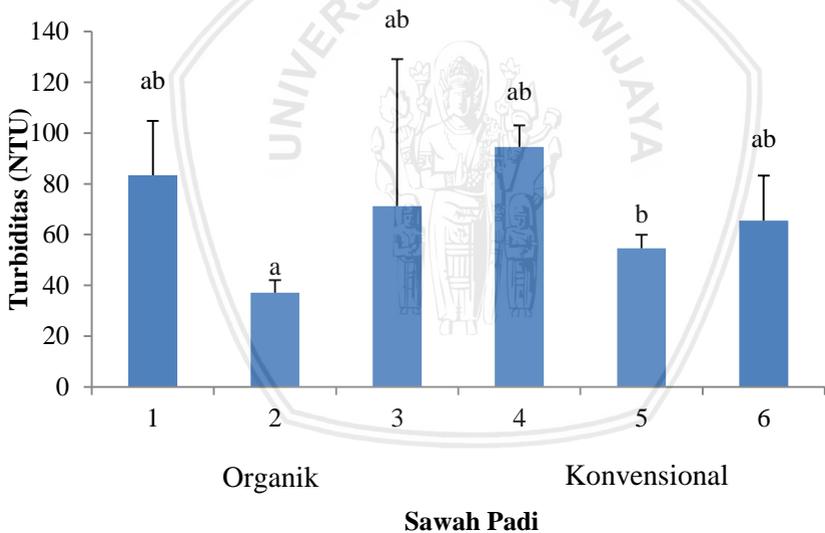


Gambar 6. Variasi nilai konduktivitas air di perairan sawah padi organik dan konvensional

Ket: Notasi yang sama tiap lokasi menunjukkan tidak adanya beda nyata berdasarkan uji beda *One-way ANOVA* dilanjutkan uji Tukey HSD α 0,05

Parameter fisika-kimia air lain yang diukur pada penelitian ini adalah kadar kekeruhan atau turbiditas. Rata-rata nilai turbiditas di perairan lahan organik secara umum lebih rendah dibandingkan dengan lahan sawah padi konvensional (Gambar 7). Nilai turbiditas stasiun 5 nyata paling tinggi (54,6 NTU) dibandingkan dengan stasiun yang lain, sedangkan stasiun 2 mempunyai nilai nyata paling rendah (37,10 NTU).

Nilai turbiditas yang diamati di kedua perairan sawah padi ini termasuk tinggi, hal tersebut diduga dikarenakan perairan sawah padi mengandung banyak residu bahan-bahan organik serta tipe tanah sawah yang mudah tersuspensi ke perairan. Selain itu, butiran-butiran tanah yang ikut teramati juga mempengaruhi besar kecilnya nilai turbiditas. Bahan-bahan organik serta butiran-butiran tanah tersebut menyebabkan banyaknya partikel yang tersuspensi ke dalam perairan. Partikel-partikel tersuspensi tersebut akan menyebabkan cahaya matahari sulit menembus ke dalam air. Hal tersebut dapat menyebabkan naiknya nilai turbiditas (Sayekti dkk., 2015). Perairan sawah padi konvensional memiliki nilai turbiditas yang lebih tinggi dibandingkan lahan sawah padi organik. Hal ini diduga karena akumulasi residu senyawa organik dari pupuk lebih tinggi. Ambang batas nilai turbiditas untuk perairan dangkal, sungai dan air untuk budidaya ikan adalah sebesar 25 NTU (Lafayette, 2008)



Gambar 7. Variasi nilai turbiditas air di perairan sawah padi organik dan konvensional
 Ket: Notasi yang berbeda tiap lokasi menunjukkan adanya beda nyata berdasarkan uji beda Brown Forsythe dilanjutkan dengan Games-Howell α 0,05

4.2 Perbandingan Profil Struktur Komunitas Fitoplankton Lahan Sawah padi Organik dengan Konvensional di Desa Sengguruh, Kec. Kepanjen, Kab. Malang

Kualitas suatu ekosistem perairan dapat diketahui tidak hanya dari faktor abiotik tetapi juga berdasarkan faktor biotik, salah satunya yaitu berdasarkan struktur komunitas fitoplankton di ekosistem perairan tersebut. Struktur komunitas fitoplankton salah satunya dapat diketahui berdasarkan nilai Indeks Nilai Penting (INP) tiap jenis yang ditemukan yang menggambarkan penguasaan taksa fitoplankton tersebut di ekosistem serta kekayaan taksa yang ditemukan pada setiap stasiun penelitian. Taksa fitoplankton yang ditemukan di perairan sawah padi organik dan konvensional Desa Sengguruh, Kecamatan Kepanjen, Kabupaten Malang adalah sebanyak 22 dan 21 taksa.

Hasil perhitungan INP tiap taksa yang ditemukan di kedua perairan sawah padi menunjukkan adanya dominansi ataupun kodominansi di masing-masing stasiunnya (Gambar 8). Stasiun 1 ditemukan kodominansi beberapa taksa plankton, yaitu *Synedra* sp., *Nitzschia* sp., *Diatoma* sp., *Botryococcus* sp., *Cymbella* sp., *Gleocystis* sp., dan *Navicula* sp. dengan nilai INP secara berurutan adalah 20,87%, 18,55%, 16,13%, 13,61%, 13,12%, 12,81%, dan 12,43%. Terdapat kodominansi beberapa taksa fitoplankton di Stasiun 2. Taksa-taksa fitoplankton tersebut adalah *Synedra* sp., *Gomphonema* sp., dan *Navicula* sp. dengan INP secara berurutan sebesar 22,88%, 15,98%, 15,54%, dan 13,74%. Kodominansi beberapa taksa fitoplankton juga terjadi di Stasiun 3. Taksa-taksa fitoplankton tersebut adalah *Gomphonema* sp., *Navicula* sp., *Synedra* sp., dan *Nitzschia* sp. dengan INP secara berurutan sebesar 16,9%, 16,87%, 14,08%, dan 13,40%. Berdasarkan hal di atas dapat diketahui bahwa pada perairan di lahan sawah padi organik selalu ditemukan jenis *Synedra* sp. dan *Navicula* sp. Beberapa taksa lain meskipun termasuk taksa yang mendominasi, namun mempunyai penyebaran yang tidak merata di ketiga stasiun.

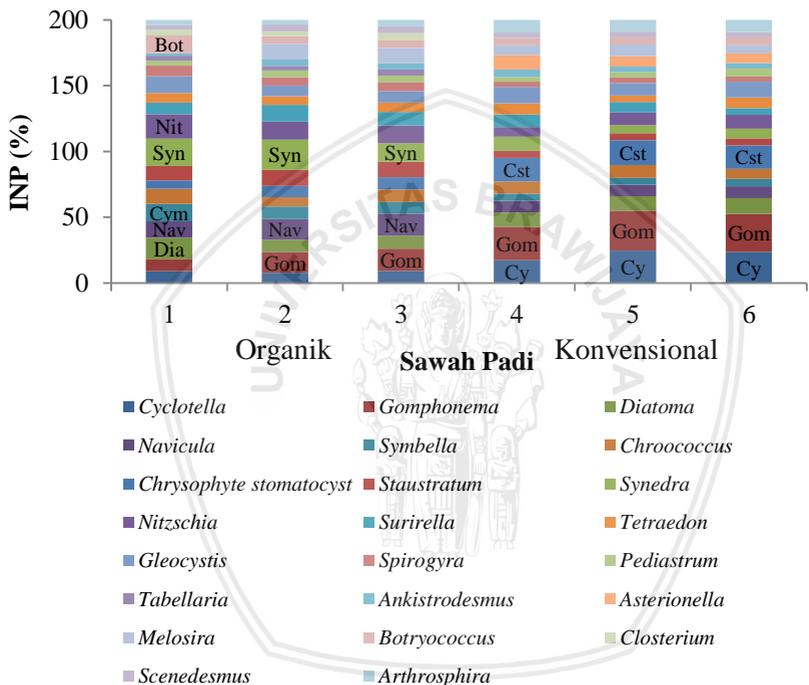
Perairan di lahan sawah padi konvensional yaitu pada lokasi penelitian Stasiun 4 sampai Stasiun 6 didominasi oleh taksa plankton yang sama yaitu *Gomphonema* sp., *Crysophyte stomatocyst*, dan *Cyclotella* sp. dengan INP antara 17, 24% sampai dengan 30,39%. *Gomphonema* sp. memiliki kodominansi paling tinggi di ketiga stasiun sawah padi konvensional. Kodominansi *Gomphonema* sp. di Stasiun 4 sampai 5 berdasarkan INP secara berurutan adalah 25,41%, 30,39%, dan

28,85%. INP fitoplankton dominan di sawah padi konvensional lebih tinggi dibandingkan fitoplankton yang dominan di sawah padi organik.

Kualitas dari suatu ekosistem dapat ditentukan dari keberagaman spesies yang hidup di dalamnya. Semakin beragam diversitas spesies yang ditemukan, maka dapat diindikasikan ekosistem tersebut semakin seimbang. Keseimbangan ini salah satunya terbentuk karena rantai makanan yang terjalin di dalam ekosistem tersebut semakin lengkap, sehingga masing-masing spesies dapat menjalankan perannya dalam komunitas dengan lebih efisien (Thackeray dkk., 2008). Dominansi spesies dalam komunitas atau ekosistem adalah penguasaan tertinggi suatu spesies dalam komunitas atau ekosistem. Semakin tinggi tingkat dominansi dalam komunitas, maka semakin tidak seimbang diversitas dalam komunitas tersebut (Wijayanti, 2010). Jika terjadi dominansi suatu spesies dalam suatu komunitas, maka spesies tersebut dapat menghambat pertumbuhan dari spesies lain. Hal ini disebabkan karena spesies dominan akan memenangkan kompetisi dalam mencari nutrisi, sumber energi, dan lain-lain, sehingga spesies nondominan akan kesulitan untuk bertahan (Rachmawati & Retnaningdyah, 2015). Beberapa spesies yang dominan di perairan sawah padi konvensional memiliki INP yang lebih tinggi dibandingkan lahan sawah padi organik (Gambar 8), sehingga secara umum dapat digambarkan bahwa kualitas diversitas di perairan sawah padi organik lebih stabil dibandingkan perairan sawah padi konvensional.

Synedra sp. merupakan fitoplankton yang termasuk ke dalam filum Bacillariophyceae atau Diatom. *Synedra* sp. dapat tumbuh di tempat yang memiliki intensitas cahaya yang tinggi untuk mempertahankan aktivitasnya. *Synedra* sp. biasanya ditemukan di daerah yang bersifat oligotrofik yang memiliki nutrisi berupa kandungan nitrat dan fosfat yang rendah (Onyema, 2013). Hal ini disebabkan karena *Synedra* sp. mampu menyimpan fosfat dan nitrat dalam bentuk polimer tidak terlarut sebagai cadangan makanan. *Synedra* sp. juga masih dapat ditemukan di perairan yang tercemar ringan, dengan DO yang rendah (Venter, 2003; Rangpan, 2008). Oleh karena itu, *Synedra* sp. dapat dimanfaatkan sebagai bioindikator untuk perairan pada tingkat trofik pencemaran organik ringan sampai moderat (Onyema, 2013). *Gomphonema* sp. juga merupakan fitoplankton yang termasuk ke dalam filum Bacillariophyceae atau Diatom. *Gomphonema* sp. ini banyak ditemukan di perairan subtropis maupun tropis. *Gomphonema* sp. dapat hidup di

perairan yang memiliki kandungan nutrisi yang tinggi, sehingga *Gomphonema* sp. dapat dimanfaatkan sebagai bioindikator perairan yang tercemar bahan organik. *Gomphonema* sp. merupakan diatom yang lebih toleran dibandingkan *Synedra* sp. karena dapat hidup di perairan yang bersifat eutrofik atau hipereutrofik (Fore & Grafe, 2002; Onyema, 2013). *Gomphonema* sp. juga dapat hidup di tempat yang bersifat basa, dengan kandungan kadar pH yang tinggi (Juttner dkk., 2011).

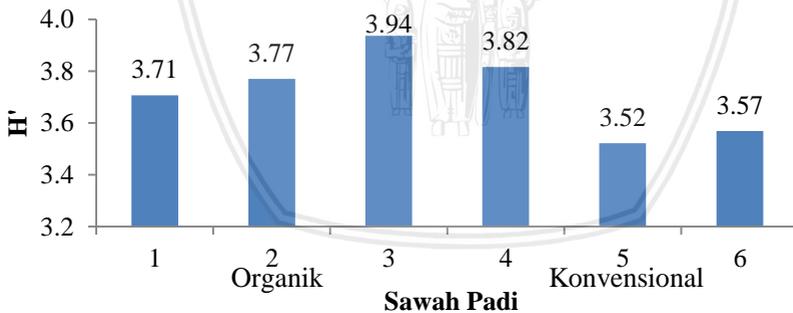


Gambar 8. Variasi INP di perairan sawah padi organik dan konvensional Ket: *Botryococcus* sp. (Bot), *Nitzschia* sp. (Nit), *Synedra* sp. (Syn), *Cymbella* sp. (Cym), *Navicula* sp. (Nav), *Diatoma* sp. (Dia), *Gomphonema* sp. (Gom), *Cyclotella* sp. (Cy), *Chrysophyte stomatocyst* (Cst)

Perhitungan Indeks Diversitas Shannon-wiener (H') menunjukkan nilai yang fluktuatif. Nilai H' tertinggi terdapat pada Stasiun 3, dengan nilai sebesar 3,94, sedangkan yang terendah terdapat di Stasiun 5

dengan nilai sebesar 3,52. Nilai H' di perairan sawah padi organik lebih tinggi dibandingkan di lahan sawah padi konvensional (Gambar 9).

Nilai H' mengindikasikan adanya pencemaran toksik di suatu ekosistem perairan. Pencemaran toksik ini ditandai dengan kurang bervariasinya diversitas fitoplankton yang hidup di ekosistem tersebut. Semakin bervariasi diversitas fitoplankton yang dapat hidup di ekosistem tersebut, maka semakin tinggi nilai H' -nya. Jika nilai H' semakin tinggi, maka tingkat pencemaran toksik di lokasi tersebut semakin rendah (Rachmawati & Retnaningdyah, 2015). Suatu ekosistem perairan dapat diindikasikan sebagai perairan dengan pencemaran toksik ringan adalah jika nilai H' ekosistem perairan tersebut berada dalam rentang nilai 2,0 – 3,0, sedangkan jika nilainya $>3,0$, maka dapat dikatakan bahwa kualitas ekosistem perairan tersebut baik (Wu dkk., 2014). Semua stasiun memiliki nilai $H' >3,0$, yang berarti semua stasiun memiliki kualitas baik menurut nilai H' . Namun pencemaran toksik di perairan sawah padi konvensional lebih tinggi dibandingkan lahan sawah padi organik yang ditunjukkan oleh nilai H' lebih rendah (3,52 – 3,82) dibandingkan dengan nilai H' pada perairan sawah padi organik (3,71 – 3,94). Hal ini dimungkinkan karena akumulasi residu pupuk di perairan sawah padi konvensional lebih banyak, sehingga zat-zat logam berat ataupun partikel organik residu pupuk lebih melimpah.

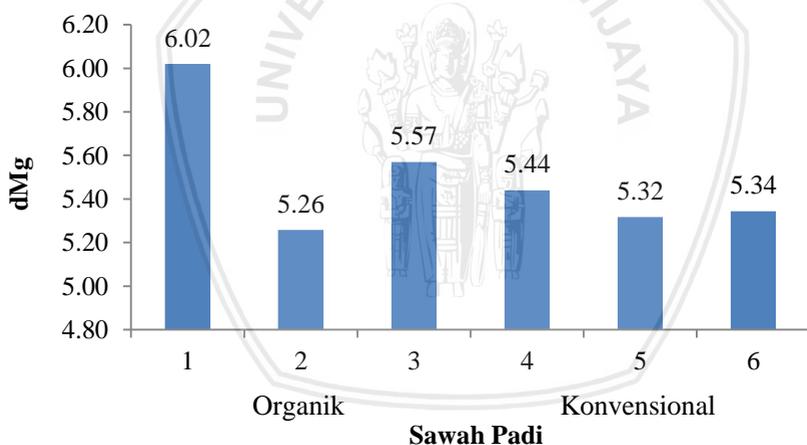


Gambar 9. Variasi nilai Indeks Diversitas Shannon-Wiener (H') di perairan sawah padi organik dan konvensional

Hasil perhitungan nilai Indeks Diversitas Margalef (dMg) juga menunjukkan nilai yang fluktuatif dari Stasiun 1-6 (Gambar 10). Nilai dMg tertinggi berada di Stasiun 1 dengan nilai 6,02, sedangkan yang terendah berada di Stasiun 2 dengan nilai 5,26. Meskipun nilai dMg

terendah dan tertinggi merupakan nilai dMg yang berada di perairan sawah padi organik, namun rata nilai dMg di perairan lahan organik lebih tinggi dibandingkan perairan sawah padi konvensional.

Perhitungan Indeks Diversitas Margalef sebagai penentu kualitas suatu ekosistem menggunakan konsep yang hampir serupa dengan Indeks Shannon-Wiener (H'), dimana penentuan kualitasnya berdasarkan jumlah taksa yang ditemukan beserta kelimpahan masing-masing taksa (diversitas). Semakin tinggi nilai dMg, maka kualitas diversitas yang berada di ekosistem tersebut semakin baik (Jorgensen dkk., 2010). Semua stasiun memiliki nilai dMg $>4,0$, sehingga diduga tidak terjadi pencemaran di semua stasiun (Jorgensen dkk., 2010). Dominansi oleh spesies tertentu juga dapat mempengaruhi besar nilai dMg. Antoko dkk (2014) menyatakan bahwa penambahan jumlah spesies dalam suatu ekosistem berbanding terbalik dengan penambahan jumlah individu (kelimpahan fitoplankton), sehingga jika terjadi dominansi, maka keragaman diversitas spesies akan berkurang.



Gambar 10. Variasi nilai Indeks Diversitas Margalef (dMg) di perairan sawah padi organik dan konvensional

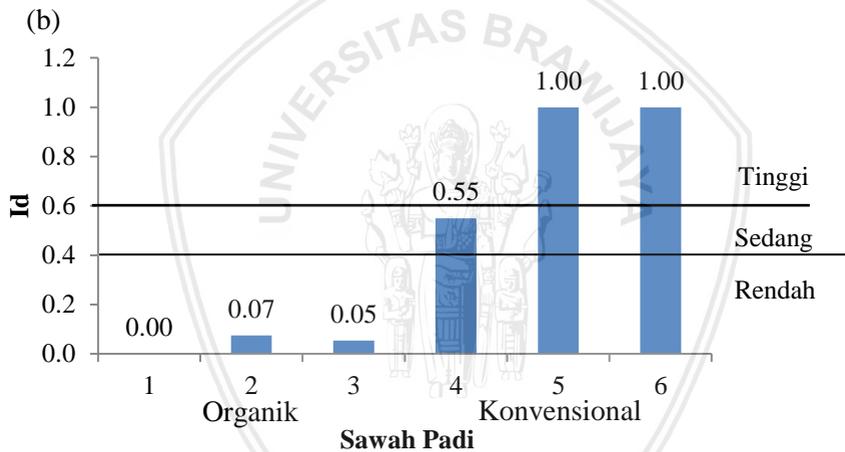
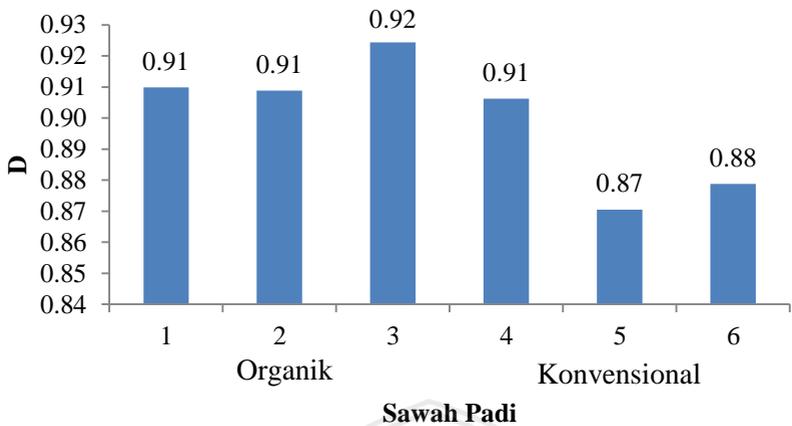
Kualitas ekosistem perairan juga dapat ditentukan dengan menghitung Indeks Diversitas Simpson dan Dominansi Simpson (D & Id). Nilai D tertinggi berada di Stasiun 3 dengan nilai sebesar 0,92, sedangkan yang terendah berada di Stasiun 5 dengan nilai sebesar 0,87. Nilai D di perairan sawah padi organik lebih tinggi dibandingkan lahan

sawah padi konvensional. Nilai Id tertinggi berada pada Stasiun 5 dan 6, dengan nilai sebesar 1,00, sedangkan yang terendah berada pada Stasiun 1, dengan nilai sebesar 0,05. Nilai Id di perairan sawah padi organik lebih rendah dibandingkan lahan sawah padi konvensional (Gambar 11).

Nilai D dapat digunakan untuk menggambarkan profil diversitas ekosistem perairan di masing-masing lahan sawah padi. Jika nilai D semakin mendekati angka satu (1), maka kualitas ekosistem perairannya semakin baik. Hal tersebut dikarenakan karena diversitas yang hidup di dalamnya semakin beragam, sehingga rantai makanan yang terjalin di dalamnya juga semakin kompleks dan seimbang. Sebaliknya, jika nilai D semakin mendekati angka nol (0), maka kualitas ekosistemnya semakin buruk (Yuliana dkk., 2012). Semua stasiun pengambilan sampel menunjukkan nilai D yang mendekati 1, maka dapat diindikasikan bahwa kualitas diversitas di kedua perairan tersebut cukup baik, namun secara umum, kualitas diversitas di perairan sawah padi organik lebih baik dibandingkan lahan sawah padi konvensional berdasarkan nilai D.

Nilai Id menggambarkan ada atau tidaknya dominansi parsial dalam suatu ekosistem. Adanya spesies yang dominan di suatu ekosistem menunjukkan ketidakseimbangan kompetisi antar spesies yang hidup bersama dalam ekosistem tersebut, sehingga kualitas ekosistemnya dapat dikatakan tidak baik (Yuliana dkk., 2012). Keberadaan spesies dominan dalam suatu ekosistem dapat menjadi penyebab rendahnya nilai indeks-indeks diversitas yang dihitung sebelumnya. Perairan sawah padi organik berdominansi parsial rendah. Hal tersebut ditunjukkan dengan besar nilai Id $< 0,40$ (Yuliana dkk., 2012). Dominansi parsial di perairan sawah padi konvensional tergolong sedang sampai tinggi. Hal tersebut dapat terjadi dikarenakan dominansi spesies di perairan sawah padi konvensional lebih kuat dibandingkan di lahan sawah padi organik. Hal tersebut dapat ditunjukkan dari besar nilai INP (Gambar 8). Meskipun sama-sama memiliki beberapa spesies yang dominan. Nilai INP *Gomphonema* sp., *Cyclotella* sp., dan *Chrysophyte stomatocyte* di lahan sawah padi konvensional lebih tinggi dibandingkan *Synedra* sp. dan *Navicula* sp. di lahan sawah padi organik. Hal tersebut yang menyebabkan nilai indeks diversitas di perairan sawah padi konvensional lebih rendah dibandingkan di lahan sawah padi organik.

(a)



Gambar 11. Variasi nilai indeks di di perairan sawah padi organik dan konvensional: (a) Indeks Diversitas Simpson (D); (b) Indeks Dominansi Simpson (Id)

4.3 Perbandingan Tingkat Pencemaran Bahan Organik dan Status Trofik Perairan di Lahan Sawah Padi Organik dengan Konvensional Berdasarkan Indeks Biotik Fitoplankton

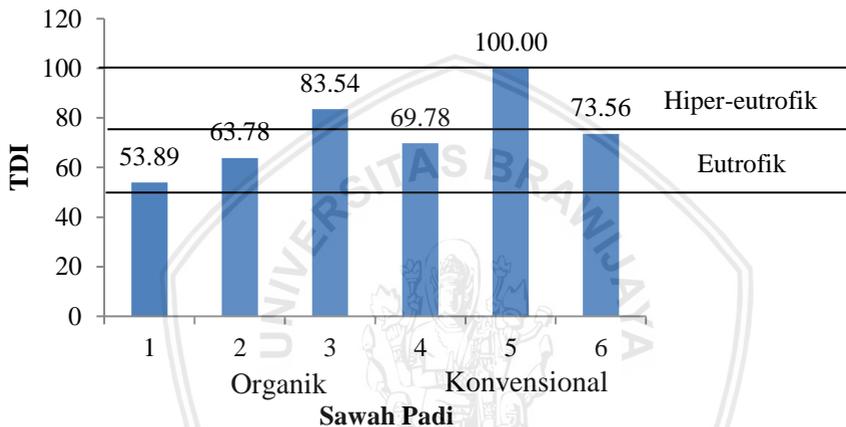
Tingkat pencemaran bahan organik di perairan sawah pada penelitian ini ditentukan berdasarkan indeks % PTV (*Percentage Tolerant Value*), sedangkan status trofik perairan ditentukan berdasarkan nilai *Trophic Diatom Index* (TDI). Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai TDI tertinggi ditemukan pada Stasiun 5, dengan nilai sebesar 100, sedangkan yang terendah berada pada Stasiun 1, dengan nilai sebesar 53,89. Nilai tertinggi TDI berada di perairan sawah padi konvensional, sedangkan yang terendah berada di lahan sawah padi organik. Nilai TDI di perairan sawah padi organik secara umum lebih rendah dibandingkan lahan sawah padi konvensional (Gambar 12).

TDI dapat menggambarkan profil pencemaran organik atau eutrofikasi pada perairan berdasarkan kelimpahan dari spesies-spesies diatom yang ditemukan beserta dengan nilai toleransinya. Jika suatu spesies diatom bernilai toleransi kecil, maka dapat dikatakan bahwa spesies tersebut sensitif terhadap pencemaran organik. Semakin besar nilai toleransinya, maka spesies tersebut semakin toleran terhadap pencemaran organik. Semakin banyak spesies diatom yang memiliki nilai toleransi tinggi, maka nilai TDI akan semakin tinggi (Badi dkk., 2012).

Perairan sawah padi konvensional memiliki nilai TDI yang lebih tinggi dibandingkan lahan sawah padi organik. Perairan sawah padi konvensional secara umum dapat dikategorikan sebagai perairan eutrofik sampai hiper-eutrofik. Hal ini disebabkan karena di perairan sawah padi konvensional didominasi oleh *Gomphonema* sp. dan *Cyclotella* sp. Kedua diatom tersebut merupakan diatom yang toleran terhadap pencemaran organik. Nilai toleransi *Gomphonema* sp. dan *Cyclotella* sp. secara berurutan adalah 4 dan 5. Nilai tersebut menunjukkan bahwa kedua diatom tersebut sangat toleran terhadap pencemaran organik (Kelly & Whitton, 1995). Onyema (2013) menyatakan bahwa *Gomphonema* sp. dan *Cyclotella* sp. hidup di perairan yang kaya nutrisi (eutrofik sampai hiper-eutrofik), sehingga dapat dijadikan bioindikator untuk perairan yang terpolusi bahan organik.

Perairan sawah padi organik secara umum termasuk dalam kategori perairan eutrofik. Tingkat pencemaran organik di perairan sawah padi

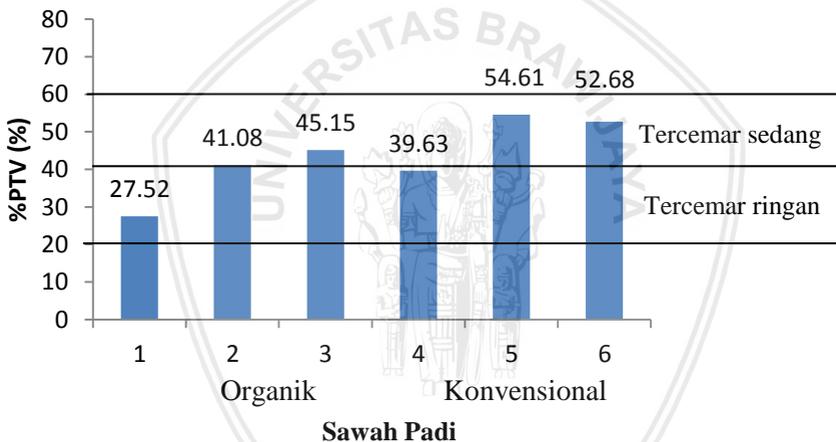
organik ini lebih rendah dibandingkan di lahan sawah padi konvensional. Hal ini dapat ditunjukkan dengan ditemukannya *Synedra* sp. sebagai salah satu spesies diatom yang mendominasi. *Synedra* sp memiliki tingkat toleransi yang jauh lebih rendah dibandingkan *Gomphonema* sp. dan *Cyclotella* sp., dengan nilai toleransi sebesar 2 (Kelly Whitton, 1995). Hal tersebut sesuai dengan Onyema (2013) yang menyatakan bahwa *Synedra* sp. hidup di ekosistem perairan yang memiliki kandungan bahan organik yang lebih rendah dibandingkan *Gomphonema* sp. dan *Cyclotella* sp.



Gambar 12. Variasi nilai TDI di perairan sawah padi organik dan konvensional

Diatom-diatom yang digunakan dalam perhitungan nilai %PTV pada penelitian ini antara lain *Cyclotella* sp., *Gomphonema* sp., *Navicula* sp., *Nitzschia* sp., dan *Melosira* sp. Nilai %PTV tertinggi ditemukan pada Stasiun 5, dengan nilai sebesar 54,61%, sedangkan yang terendah berada di Stasiun 1 dengan nilai 27,52%. Hasil nilai %PTV ini sebanding dengan nilai TDI, dimana secara umum, nilai %PTV di perairan sawah padi organik lebih rendah dibandingkan di lahan sawah padi konvensional. Perairan sawah padi organik secara umum dikategorikan sebagai perairan yang tercemar bahan organik ringan, sedangkan pencemaran bahan organik di lahan sawah padi konvensional termasuk kategori sedang (Gambar 13).

Perairan di kedua lahan sawah padi ini diduga mengalami pencemaran bahan organik. Hal ini dapat disebabkan karena kedua jenis perairan tersebut memiliki residu bahan-bahan organik yang berasal dari pupuk yang tidak diserap tumbuhan padi dengan sempurna, sehingga terjadi pengkayaan nutrisi di perairannya pengkayaan nutrisi di perairan tersebut menyebabkan terjadinya pencemaran organik (Viani & Retnaningdyah, 2018). Hal tersebut juga didukung dengan temuan diatom toleran yang ditemukan di lahan sawah padi konvensional lebih melimpah dibandingkan di lahan sawah padi organik. Lahan sawah padi organik menyisakan residu bahan organik yang lebih sedikit dibandingkan lahan sawah padi konvensional, sehingga tingkat pencemaran organik yang terjadi di perairan sawah padi organik juga dapat menjadi lebih kecil (Bengston dkk., 2005).

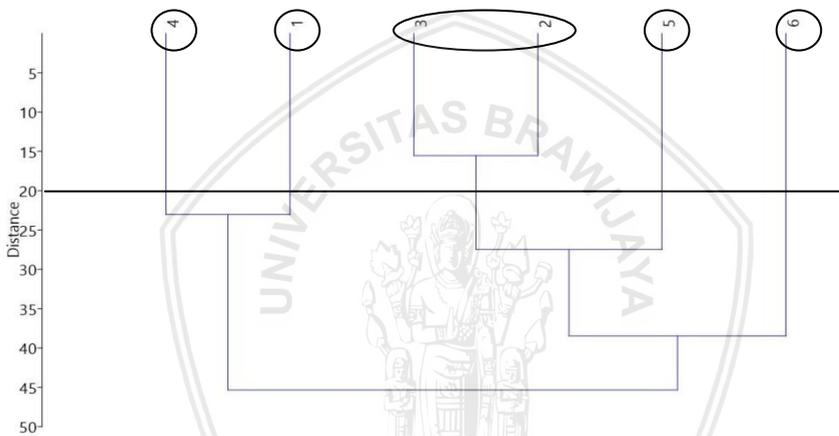


Gambar 13. Variasi nilai %PTV di di perairan sawah padi organik dan konvensional

4.4 Pengelompokkan Stasiun Penelitian Berdasarkan Sifat Fisika-Kimia dan Komunitas Fitoplankton di Perairan Sawah Padi Organik dan Konvensional

Pengelompokkan stasiun penelitian di kedua perairan sawah padi yang diolah secara organik dan konvensional Desa Sengguruh ini dapat dilakukan dengan analisis *cluster* dan *biplot*. Analisis *cluster* dapat

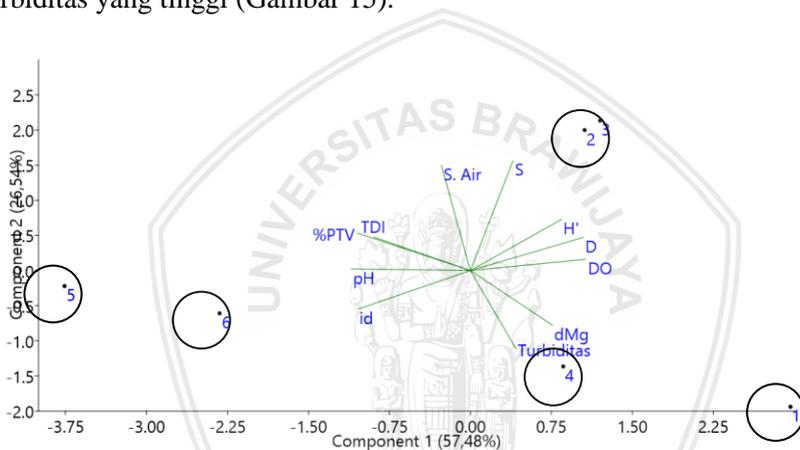
mengelompokkan stasiun-stasiun berdasarkan parameter-parameter yang memiliki karakteristik yang serupa, sehingga terlihat beda antar satu kelompok dengan kelompok lainnya. Parameter yang digunakan dalam menganalisis *cluster* stasiun-stasiun pengambilan sampel menjadi beberapa kelompok dalam penelitian ini antara lain nilai suhu air, pH, turbiditas, DO, kekayaan taksa, H', D, dMg, Id, TDI, dan %PTV. Hasil analisis *cluster* yang telah dilakukan menunjukkan adanya lima kelompok berdasarkan kesamaan (*similarity*) Euclidean. Kelompok satu sampai lima hasil dari analisis *cluster* secara berurutan adalah Stasiun 4, Stasiun 1, Stasiun 3 dan 2, Stasiun 5, dan Stasiun 6 (Gambar 14).



Gambar 14. Pengelompokkan stasiun pengambilan sampel berdasarkan analisis *cluster*

Karakteristik dari parameter yang menunjang masing-masing kelompok tersebut dapat diketahui dengan melakukan analisis *biplot*. Kelompok 1, yang beranggotakan Stasiun 4, dan Kelompok 2, yang berisikan Stasiun 1 karakternya ditentukan oleh tingginya nilai turbiditas, dMg, serta rendahnya nilai suhu air, %PTV dan TDI. Kelompok 3, yang berisikan Stasiun 2 dan 3 (perairan sawah padi organik) dicirikan oleh tingginya nilai suhu air, DO, kekayaan taksa, H' dan D, serta rendahnya nilai turbiditas pH, dMg dan Id. Kelompok 4, yang berisikan Stasiun 5 (perairan sawah padi konvensional), dan Kelompok 5, yang berisikan Stasiun 6 (perairan sawah padi konvensional) dicirikan dengan tingginya nilai pH, Id, TDI dan %PTV,

serta rendahnya nilai DO, H', D, dan dMg. Melalui analisis *biplot* ini dapat diketahui korelasi antar parameter-parameter yang digunakan. TDI dan %PTV memiliki korelasi negatif dengan turbiditas, dMg, DO, D, dan H. Semakin tinggi nilai dMg, DO, D, dan H, maka nilai TDI dan %PTV di stasiun tersebut akan semakin rendah, namun semakin tinggi nilai pH dan suhu air, maka nilai TDI dan %PTV juga akan semakin meningkat. Dengan demikian, dapat diketahui bahwa kualitas di Stasiun 1, 2, dan 4 dikatakan baik karena memiliki nilai DO, H', D, dMg dan S yang tinggi, sedangkan Stasiun 5 dan 6 dapat dikatakan buruk karena memiliki nilai pH, Id, TDI dan %PTV yang tinggi. Stasiun 1 dan 4 lebih buruk kualitasnya dibanding Stasiun 2 dan 3 karena memiliki nilai turbiditas yang tinggi (Gambar 15).



Gambar 15. Analisis *biplot* berdasarkan karakteristik dari parameter sifat fisika-kimia air dan indeks diversitas maupun biotik fitoplankton



BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kualitas perairan sawah padi organik dibandingkan dengan konvensional di Desa Sengguruh, Kec. Kepanjen, Kab. Malang, Jawa Timur berdasarkan penelitian yang telah dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Kualitas fisika-kimia air kedua perairan sawah padi memiliki kualitas yang baik berdasarkan nilai pH, namun kurang mendukung kehidupan fitoplankton di dalamnya berdasarkan parameter suhu dan turbiditas. Kelarutan oksigen pada perairan sawah padi organik lebih baik dibandingkan konvensional
2. Fitoplankton yang ditemukan di perairan sawah padi organik adalah sebanyak 22 taksa, sedangkan di perairan sawah padi konvensional sebanyak 21 taksa. Terjadi kodominansi antara *Synedra* sp. dan *Navicula* sp. di sawah padi organik, dan *Gomphonema* sp., *Cyclotella* sp., dan *Crysophyte stomatocyst* di sawah padi konvensional. Kualitas perairan di sawah padi organik lebih baik dibandingkan sawah padi konvensional berdasarkan indeks diversitas H' , dMg, D dan Id
3. Kualitas perairan sawah padi organik dikategorikan sebagai perairan yang bersifat eutrofik diduga memiliki tingkat pencemaran bahan organik ringan, sedangkan lahan sawah padi konvensional bersifat eutrofik sampai hiper-eutrofik diduga memiliki tingkat pencemaran bahan organik sedang berdasarkan nilai TDI dan %PTV.

5.2 Saran

Saran yang dapat disampaikan dengan memperhatikan metode dan hasil dalam penelitian ini antara lain:

1. Bagi petani yaitu diharapkan memperhatikan jenis pupuk yang digunakan beserta dosis penggunaannya, sehingga dapat meminimalisir pencemaran organik maupun toksik. Peralihan sistem sawah padi dari konvensional menjadi organik sangat dianjurkan.

2. Bagi Pemerintah yaitu diharapkan dapat terus mendukung program sistem sawah padi organik di Indonesia agar petani-petani semakin tergerak untuk beralih ke sistem sawah padi organik.
3. Bagi peneliti selanjutnya yaitu lebih baik dilakukan evaluasi kualitas air lahan sawah padi pada setiap fase pertumbuhan padi agar dapat membandingkan kualitas air pada setiap fase pertumbuhan padi.





DAFTAR PUSTAKA

- Antoko, T., Hidayanni, G. Mulyadi, A. Siregar. 2014. **Studi Diatom Epiphytic sebagai Indikator Lingkungan Perairan di Sekitar Sungai Kampar Desa Buluh Cina, Kecamatan Siak Hulu, Kabupaten Kampar, Provinsi Riau**. Pusat Penelitian Lingkungan Hidup Universitas Riau. Riau.
- Arsyad, S., E. Rustiadi. 2008. **Penyelamatan Tanah, Air dan Lingkungan**. Pustaka Obor. Jakarta.
- Badan Pusat Statistik. 2017. Luas Daerah dan Jumlah Pulau Menurut Provinsi, 2002-2015. <https://www.bps.go.id/linkTabelStatis/view/id/1366> (diakses pada tanggal 19 September 2017).
- Badan Pusat Statistik. 2017. Luas Lahan Sawah Menurut Provinsi (ha), 2003-2014. <https://www.bps.go.id/linkTableDinamis/view/id/895> (diakses pada tanggal 19 September 2017).
- Badsi, H., A. Oulad, Loudiki, M. Aami. 2012. Phytoplankton diversity community composition along the salinity gradient in the massa estuary. *Journal of Human Ecology*. Vol.43 :58-64.
- Bengtsson, J., J. Ahnstrom, A-C Weibull. 2005. The effect of organic agriculture on biodiversity abundance: a meta-analysis. *Journal of Applied Ecology* (42): 261-269.
- Boyd, C. E. 2014. **Water Quality: An Introduction**. Springer. New Hampshire.
- Brandt, K. & J. P. Molgaard. 2001. Organic agriculture: does it enhance or reduce the nutritional value of plant foods?. *Journal of The Science of Food and Agriculture* (81): 924:931.
- Carrow, R. N., R. R. Duncan. 2012. **Best Management Practices for Saline and Sodic Turfgrass Soils: Assessment and Reclamation**. CRC Press. Boca Raton.
- Davis, A & P. Richard, H. McCuen. 2005. **Stormwater Management for Smart Growth**. Springer Science+Business Media, Inc. New York.
- Davis, J. & L. Abbott. 2006. Soil fertility on organic farming system. *Organic Agriculture* (2): 25-43.
- Dorgham, M. M. 2014. Effect of eutrophication. *Eutrophication: Causes, Consequences and Control* 2 (3): 30-44.
- Dutta, B. K., A. Gupta. 2006. **Modern Trends of Research in Ecology and Environmental Science**. Mittal Publications. New Delhi.

- Effendi, H. 2003. **Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan**. Kanisius. Jogjakarta.
- Fore L. S., C. Grafe. 2002. Using diatoms to assess the biological condition of large rivers in Idaho (U.S.A). *Freshwater Biology* 47: 2015-2037.
- Fox, J. E., J. Gullledge, E. Engelhaupt, M. E. Burow, J. A. McChlachlan. 2007. Pesticides reduce symbiotic efficiency of nitrogen-fixing rhizobia and host plants. *PNAS* 104 (24): 10282-10287.
- Glio, M. T. 2015. **Pupuk Organik & Pestisida Nabati ala Tosin Glio**. Agromedia Pustaka. Jakarta.
- Goldman C. & R, A. J. Horne. 1994. **Limnology**. Mc. Graw Hill International Book Co. New York.
- Jorgensen, S. E., L. Xu, R. Costanza. 2010. **Handbook of Ecological Indicators for Assessment of Ecosystem Health, Second Edition**. CRC Press. Florida.
- Juttner, I., E. R. & E. J. Cox. 2011. Taxonomy and Ecology of some new *Gomphonema* species common in Himalayan streams. *Diaton Research* 19 (2): 235-264.
- Kreger, C. 2004. **Exploring the Environment Water Quality**. Wheeling Jesuit University. New York.
- Kelly, M. & B. A. Whitton. 1995. The Trophic Diatom Index: A new index for monitoring eutrophication in rivers. *Journal of Applied Phycology* 7: 433-444.
- Koswara, R. A., Thamrin, S. H. Siregar. 2015. Dampak KJA terhadap struktur komunitas Diatom dan kondisi kualitas perairan di Waduk PLTA Koto Panjang Kabupaten Kampar. *Jurnal Ilmu Lingkungan* 9 (1): 96-111.
- Krantzberg, G. 2010. **Advances in Water Quality Control**. Scientific Research Publishing, Inc. Washington.
- Lafayette, R. D. 2008. **Turbidity: Description, Impact on Water Quality, Sources, Measures**. Minnesota Pollution Control Agency. St. Paul.
- Lema, E., R. Machunda, K. N. Njau. 2014. Influence of macrophyte types towards agrochemical phytoremediation in a tropical environment. *International Journal of Engineering Research and General Science* 2 (5): 441-455.
- Litchman, E., P. D. T. Pinto, C. A. Klausmeier, M. K. Thomas, K. Yoshiyama. Linking traits to species diversity and community structure in phytoplankton. 2010. *Hydrobiologia* 653: 15-28.

- Ludwig, A., M. Matlock, B. E. Haggard, M. Matlock, E. Cummings. 2008. Identification and evaluation of nutrient limitation on periphyton growth in headwater streams in the Pawnee Nation, Oklahoma. *Ecological Engineering* 32: 178-186.
- Morton, B. 2000. **Asian Marine Biology** 17. Hong kong University Press. Hong Kong.
- Onyema, I. C. 2013. Phytoplankton bio-indicator of water quality situations in Iyagbe Lagoon, South-Western Nigeria. *Journal of Life and Physical Sciences* 4 (2): 93-107.
- Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 tentang **Pengolahan kualitas air dan pengendalian pencemaran air**. Pemerintah Republik Indonesia. Jakarta.
- Pratiwi, T. & A., E. Arisoelaningsih. 2014. Variasi spasial pertumbuhan dan produktivitas padi merah akibat pengairan berbeda di sawah organik Desa Sengguruh, Kecamatan Kepanjen Kabupaten Malang. *Jurnal Biotropika* 2 (2): 67-72.
- Rachmawati, E. & T., C. Retnaningdyah. 2015. Karakteristik vegetasi riparian dan interaksinya dengan kualitas air mata ir Sumber Awan serta salurannya di Kecamatan Singosari Malang. *Jurnal Biotropika* 2: 136-141.
- Rangan, V. 2008. **Effects of Water Quality on Periphyton in The Pattani River, Yala Municipality, Thailand**. Universitas Sains Malaysia. Malaysia. THESIS.
- Republik Indonesia. 2006. **Peraturan Menteri Pertanian No. 48 Tahun 2006 tentang Pedoman Budidaya Tanaman Pangan yang Baik dan Benar**. Sekretariat Negara. Jakarta.
- Salikin, K. A. 2003. **Sistem Pertanian Berkelanjutan**. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Salmin. 2005. Oksigen terlarut (DO) dan Kebutuhan Oksigen Biologi (BOD) sebagai salah satu indikator untuk menentukan kualitas perairan. *Oseana* 30 (3): 21-26
- Sayekti, R. W., E. Yuliani, M. Bisri, P. T. Yuwono, L. Prasetyorini, F. Sonia, A. P. Putri. 2015. Studi evaluasi kualitas dan status trofik air Waduk Selorejo akibat erupsi Gunung Kelud untuk budidaya perikanan. *Jurnal Teknik Pengairan* 6 (1): 133-145.
- Sladeczek, V. 1973. System water quality from the biological point of view. *Archeology and Biological Lymnology* 7: 1-218.

- Sun, B., L. Zhang, L. Yang, F. Zhang, D. Norse, Z. Zu. 2012. Agricultural non-point source pollution in China: Causes and Mitigation measures. *Ambio* 41 (4): 370-379.
- Thackeray, S. J., I. D. Jones, S. C. Maberly. 2008. Long-term change in the phenology of spring phytoplankton: species-specific responses to nutrient enrichment and climate change. *Journal of Ecology* 96 (3): 523-535.
- Venter, A. A. Jordan, A. J. H. Pieterse. 2003. *Oscillatoria simplicissima*: A taxonomical study. School of Environmental Sciences and Development: Botany, South Africa. *Journal Water SA* 29 (1).
- Viani, D. Z., C. Retnaingdyah. 2018. Evaluasi status trofik dan pencemaran bahan organik di Waduk Lahor Malang menggunakan bioindikator Diatom. *Jurnal Biotropika* 6 (1): 10-15.
- Visser, J. M., B. C. Benson, R. Q. Ala, G. D. Daniel. 2016. Response of estuarine phytoplankton to nutrient and spatio-temporal pattern of phyco-chemical water quality parameters in Little Vermillion Bay, Louisiana. *Ecological Informatics* 32: 79-90.
- Whitton, B. A.. 2012. **Ecology of Cyanobacteria II: Their Diversity in Space and Time**. Springer, New York.
- Wijaya, H. K.. 2009. **Komunitas Fitoplankton dan Fitoplankton serta Parameter Fisika-Kimia Perairan sebagai Penentu Kualitas Air di Bagian Hulu Sungai Cisadane, Jawa Barat**. Departemen Manajemen Sumber Daya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor. Bogor. SKRIPSI.
- Wijayanti, T. 2010. **Permodelan Dinamika Kelimpahan Mikroalga Kodominan Waduk Sutami Malang Akibat Penambahan Deterjen secara Ex Situ**. Fakultas MIPA Universitas Brawijaya Malang. Malang. THESIS.
- Wu, N., B. Schmalz, N. Fohrer. 2014. Study progress in riverine phytoplankton and its use as Bio-Indicator – a review. *Austin Journal of Hydrology* 1 (1): 9-17.
- Yuliana, R. M. Adiwilaga, E. Harris, N. T. M. Pratiwi. 2012. Hubungan antara kelimpahan fitoplankton dengan parameter fisik kimiawi perairan di Teluk Jakarta. *Jurnal Akuatika* 3 (2): 169-170.