

**BAB IV**

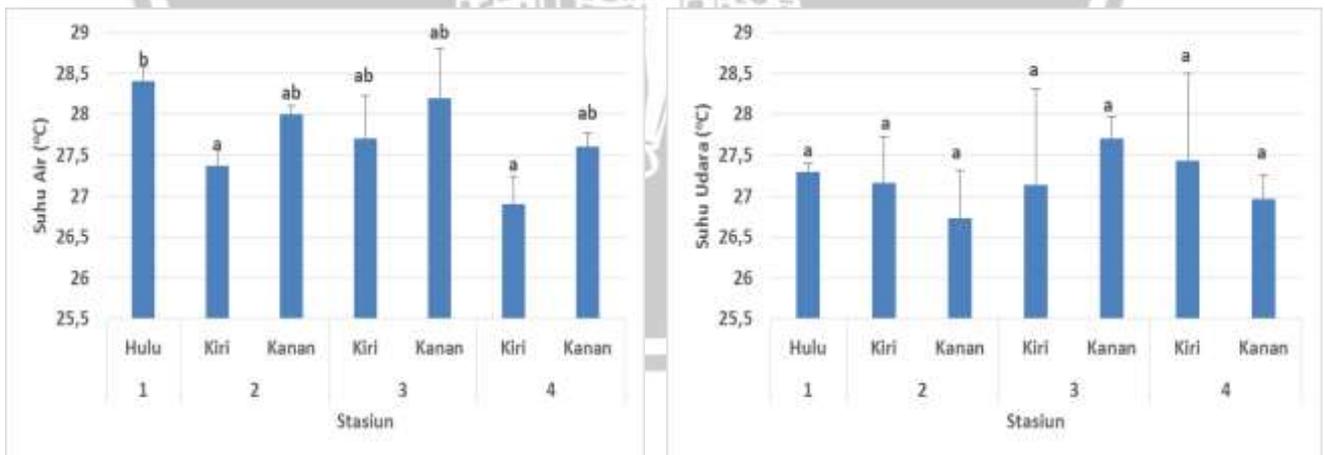
**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**4.1 Profil Sifat Fisika dan Kimia Air Rawa Kromoleo**

Dalam mengevaluasi perairan Rawa Kromoleo menggunakan fitoplankton dan perifiton sebagai bioindikator, parameter kualitas air perlu dianalisis yang nantinya digunakan untuk menganalisa dan memahami komunitas fitoplankton dan perifiton. Parameter-parameter tersebut dijelaskan sebagaimana berikut serta data kualitas air dapat dilihat pada Lampiran 1.

**4.1.1 Suhu Air dan Suhu Udara**

Berdasarkan pengukuran suhu air di Rawa Kromoleo, didapatkan hasil pengamatan berkisar antara 26,9 °C – 28,4 °C. Lokasi yang memiliki suhu air tertinggi terdapat pada lokasi 1 (Hulu) yaitu sebesar 28,4 °C. Hal ini dikarenakan pengukuran waktu yang berbeda dapat mempengaruhi nilai suhu yang di dapat. Pengukuran pada stasiun 1 dilakukan pada siang hari. Berdasarkan uji Games Howell menunjukkan pada stasiun 1(hulu) berbeda nyata dengan stasiun 4 (kiri) dan 2 (kiri). Sedangkan pengukuran suhu udara di Rawa Kromoleo, di dapatkan hasil nilai suhu udara berkisar antara 26,7 °C – 27,7 °C. Suhu udara tertinggi pada stasiun 3 kanan sebesar 27,7 °C, sedangkan nilai terendah pada stasiun 2 kanan. Berdasarkan uji beda Brown Forsythe menunjukkan hasil suhu udara bahwa tidak berbeda dengan nyata yang ditunjukkan oleh notasi pada semua stasiun sama Gambar 4.

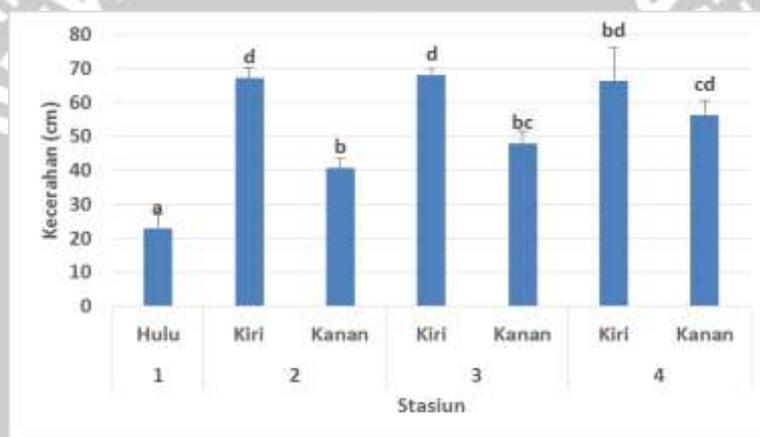


**Gambar 4.** Suhu air dan suhu udara di beberapa lokasi penelitian di Rawa Kromoleo  
 Ket: Notasi yang berbeda menunjukkan adanya beda nyata berdasarkan uji Brown Forsythe dilanjutkan dengan *Games-Howell*  $\alpha$  0,05 (suhu air), dan berdasarkan uji *Brown Forsythe*  $\alpha$  0,05 (suhu udara)

Suhu merupakan faktor pembatas bagi organisme akuatik. Hal ini dikarenakan biota air rentan terhadap peningkatan suhu dalam air (Prasetyo & Retnaningdyah, 2013). Suhu air permukaan di perairan nusantara umumnya berkisar pada 23 - 31 °C. Secara alami suhu air permukaan merupakan lapisan yang lebih hangat karena mendapat radiasi matahari pada siang hari (Nontji, 2005). Suhu air yang baik untuk mendukung kehidupan fitoplankton berkisar antara 20-30 °C (Morton, 2000), sehingga dapat disimpulkan bahwa nilai suhu yang diperoleh di Rawa Kromoleo tergolong baik untuk kehidupan organisme akuatik.

#### 4.1.2 Kecerahan

Nilai kecerahan tertinggi ditemukan pada stasiun 2 kiri dengan nilai 67,3 cm, dan nilai terendah pada stasiun 1 hulu sebesar 23 cm. Hasil uji beda dengan menggunakan Games Howell menunjukkan bahwa tingkat kecerahan di stasiun 1 hulu paling rendah dibandingkan dengan stasiun 2 kanan dan 3 kanan yang juga berbeda nyata dengan stasiun 2 kiri dan 3 kiri Gambar 5.



**Gambar 5.** Kecerahan air di beberapa lokasi penelitian di Rawa Kromoleo  
Ket: Notasi yang berbeda menunjukkan adanya beda nyata berdasarkan uji beda *Brown Forsythe* dilanjutkan dengan *Games-Howell*  $\alpha$  0,05

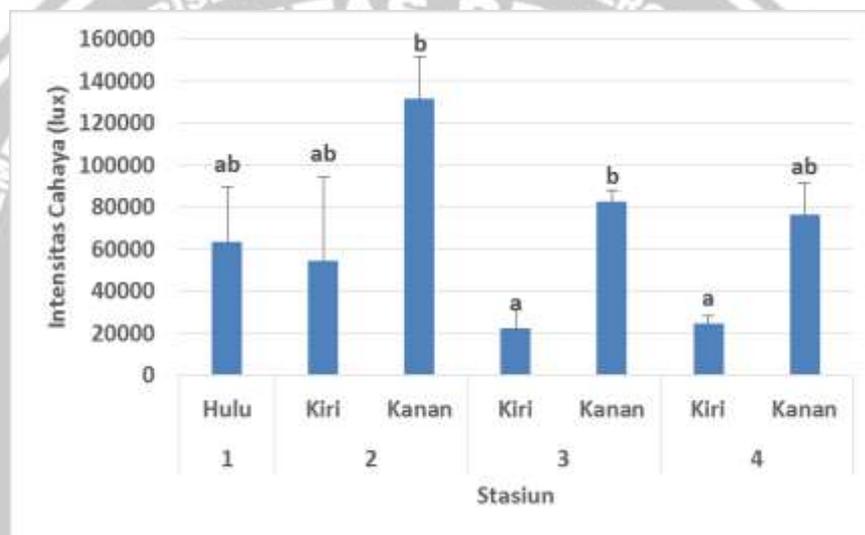
Tingginya kecerahan di stasiun 2 dan 3kiri diduga karena stasiun ini merupakan daerah tengah rawa yang terbuka dan relatif tenang sehingga cahaya yang masuk ke perairan dapat lebih dalam. Selain itu, pada stasiun 2 kiri tidak terdapat aktivitas manusia seperti kegiatan budidaya yang menyebabkan penambahan bahan organik. Penambahan (masukan) bahan organik dapat mempengaruhi kecerahan perairan. Rendahnya kecerahan pada Stasiun 1(hulu) diduga karena stasiun 1 (hulu) merupakan daerah inlet (dekat dengan mata air) bagi Rawa Kromoleo yang banyak membawa bahan organik. Adanya pengadukan bahan organik pada stasiun 1 hulu berakibat tingkat kecerahan menurun.

Nilai kecerahan dinyatakan dalam satuan *centi meter* (cm) dan sangat dipengaruhi oleh keadaan cuaca, waktu pengukuran, kekeruhan, dan padatan tersuspensi, serta ketelitian orang yang

melakukan pengukuran. Sebaiknya pengukuran parameter kecerahan dilakukan pada saat cuaca cerah (Effendi, 2003).

#### 4.1.3 Intensitas Cahaya

Hasil pengukuran intensitas cahaya di Rawa Kromoleo menunjukkan nilai intensitas cahaya tertinggi berada pada stasiun 2 kanan, yaitu sebesar 131,47 klux, sedangkan nilai terendah pada stasiun 3 kiri yaitu sebesar 22,33 klux. Lokasi 2 kanan memiliki nilai intensitas cahaya tertinggi karena pada saat pengambilan sampel pada lokasi ini tidak terdapat pepohonan di sekitar rawa, sehingga memudahkan cahaya untuk masuk ke perairan. Berdasarkan uji beda menggunakan Games Howell menunjukkan bahwa intensitas cahaya pada stasiun 3 kiri dan 4 kiri tidak berbeda nyata, tetapi kedua stasiun tersebut berbeda nyata dengan stasiun 2 kanan dan 3 kanan (Gambar 6).

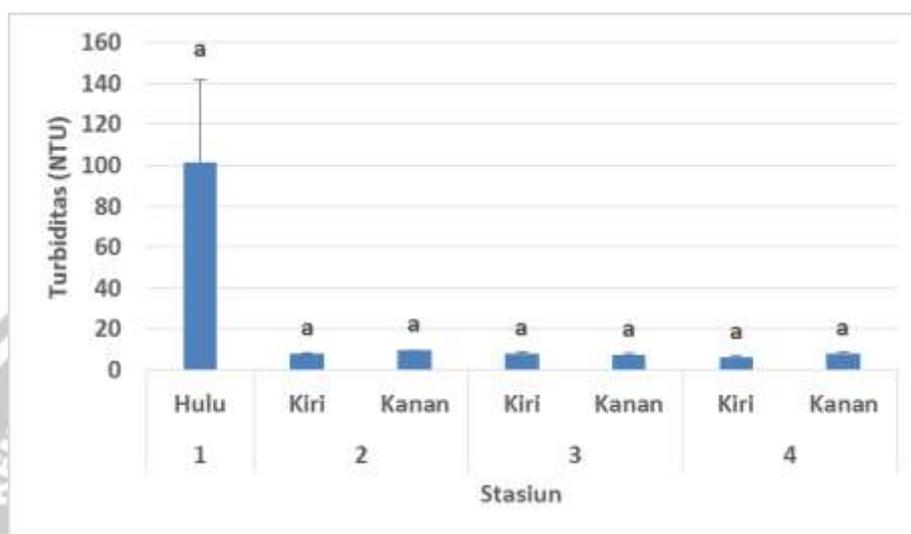


**Gambar 6.** Intensitas cahaya di beberapa lokasi penelitian di Rawa Kromoleo  
Ket: Notasi yang berbeda menunjukkan adanya beda nyata berdasarkan uji beda *Brown Forsythe* dilanjutkan dengan *Games-Howell*  $\alpha$  0,05

Pada Rawa Kromoleo adanya perbedaan nilai intensitas cahaya selain dipengaruhi oleh adanya pepohonan di sekitar rawa yang menutupi perairan, juga dapat dikarenakan adanya perbedaan waktu saat pengukuran di lapangan. Menurut Kwon *et al.* (2013), faktor yang menyebabkan adanya perbedaan intensitas cahaya yaitu adanya sudut datang cahaya matahari dan letak posisi (lintang bujur) perairan terhadap matahari yang berbeda. Sudut datang cahaya matahari bergantung pada waktu yang berbeda (pagi atau sore hari), bahkan perbedaan dapat terjadi pada setiap waktu.

#### 4.1.4 Turbiditas

Nilai turbiditas di Rawa Kromoleo berkisar antara 6,39 – 101,63 NTU. Nilai turbiditas tertinggi yaitu pada stasiun 1 hulu (101,63 NTU) dan terendah pada stasiun 4 kiri (6,39 NTU) (Gambar 7).



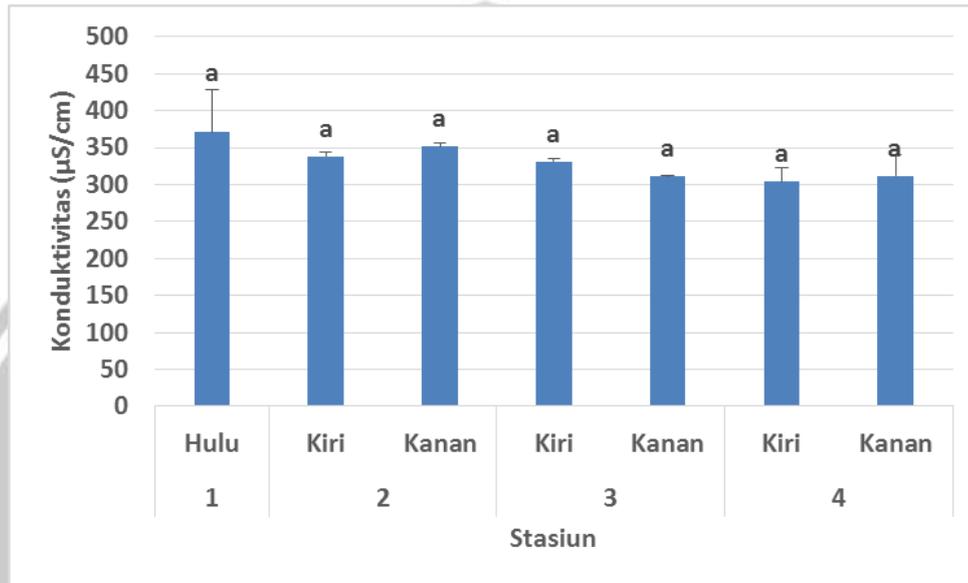
**Gambar 7.** Turbiditas air di beberapa lokasi penelitian di Rawa Kromoleo  
Ket: Notasi yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji *Kruskall Wallis* dilanjutkan dengan Uji *Mann-Whitney- $\alpha$  0,05*

Kekeruhan air disebabkan adanya partikel debu, tanah liat, fragmen tumbuh-tumbuhan dan plankton dalam air. Tingkat kekeruhan ini berbanding terbalik dengan tingkat kecerahan perairan (Koswara *et al.*, 2015). Kekeruhan perairan umumnya disebabkan oleh adanya partikel-partikel suspensi seperti tanah liat, lumpur, bahan-bahan organik terlarut, bakteri, plankton dan organismen lainnya. Kekeruhan yang terjadi pada perairan tergenang seperti rawa lebih banyak disebabkan oleh bahan tersuspensi berupa koloid dan partikel-partikel halus. Kekeruhan memiliki korelasi positif dengan padatan tersuspensi, yaitu semakin tinggi nilai kekeruhan maka semakin tinggi pula nilai padatan tersuspensi (Pujiastuti *et al.*, 2013)

Tingginya turbiditas di stasiun 1 dapat disebabkan karena adanya bahan organik atau anorganik yang terlarut pada perairan Rawa Kromoleo. Hal ini seperti pendapat Faza (2012), yang menyatakan bahwa turbiditas tinggi dapat disebabkan oleh bahan organik dan anorganik yang terlarut dan tersuspensi ke dalam suatu perairan. Kadar turbiditas yang tinggi akan berdampak pada intensitas cahaya ke perairan sehingga akan mempengaruhi metabolisme organisme air. Turbiditas dapat mendandakan tingkat kecerahan suatu perairan, yang ditentukan berdasarkan jumlah cahaya yang masuk ke perairan.

#### 4.1.5 Konduktivitas

Nilai konduktivitas air di Rawa Kromoleo berkisar antara 303,66 – 370,33  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ . Nilai konduktivitas tertinggi berada pada stasiun 1 (hulu), dan terendah pada stasiun 4 (kiri). Berdasarkan hasil uji menggunakan Brown Forsythe, nilai konduktivitas tidak ada beda secara signifikan pada tiap pengamatan (Gambar 8).

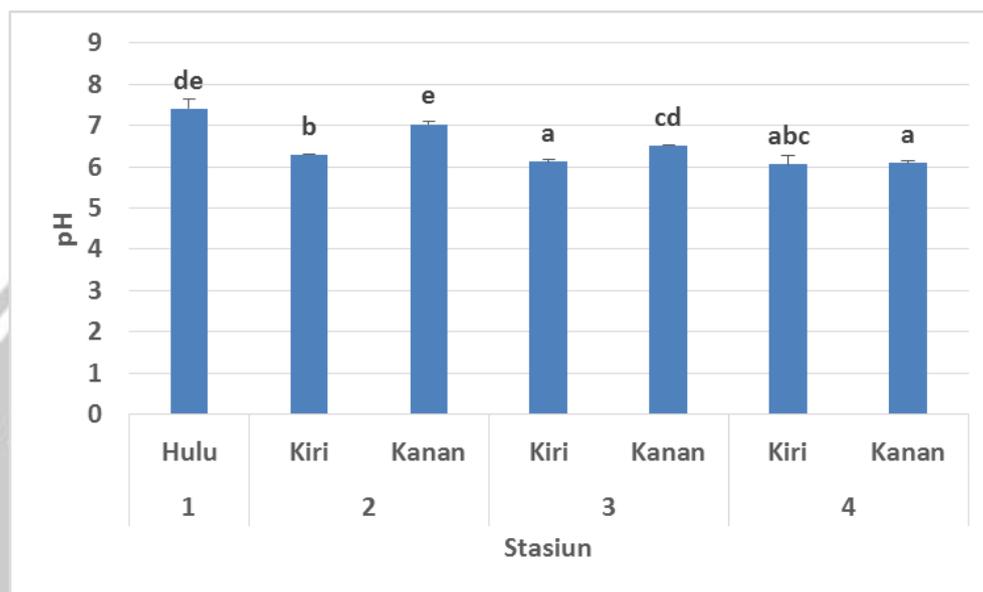


**Gambar 8.** Konduktivitas air di beberapa lokasi penelitian di Rawa Kromoleo  
Ket: Notasi yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji *Brown Forsythe*  $\alpha$  0,05.

Konduktivitas air mengandung sejumlah ion dari beberapa zat alami maupun pencemar yang dihasilkan oleh manusia (Latiff *et al.*, 2012). Konduktivitas berasal dari ion nitrat, fosfat, klorida, sulfat, sodium, magnesium, besi, kalsium, dan aluminium. Ion-ion tersebut terkandung dalam limbah domestik seperti sampah. Nilai konduktivitas yang terlalu tinggi dapat menyebabkan gangguan pada organisme akuatik (Morisson *et al.*, 2001). Konduktivitas air juga dipengaruhi oleh cuaca. Diatom dipengaruhi oleh perubahan konsentrasi total ion yang ditunjukkan dari penurunan jumlah spesies pada spesies pada perairan dengan konduktivitas yang tinggi (Yang *et al.*, 2003). Distribusi dan komposisi diatom dipengaruhi oleh nilai konduktivitas (Soinien, 2012). Blooming alga umumnya ditandai dengan nilai konduktivitas yang melebihi 50.000  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  (Carrick *et al.*, 1993).

#### 4.1.6 pH

Hasil pengukuran parameter pH air pada Rawa Kromoleo yaitu 6,06 – 7,4. Berdasarkan uji beda menggunakan Games Howell menunjukkan hasil berbeda nyata antar stasiun pengamatan. Nilai pH terendah berada pada lokasi 3 kiri dan 4 kanan sedangkan tertinggi pada lokasi 1 hulu dan 2 kanan. Stabilitas pH perairan sangat dipengaruhi oleh pertumbuhan fitoplankton, dalam hal ini berkaitan dengan pemanfaatan CO<sub>2</sub> sebagai bahan untuk proses fotosintesis (Gambar 9).

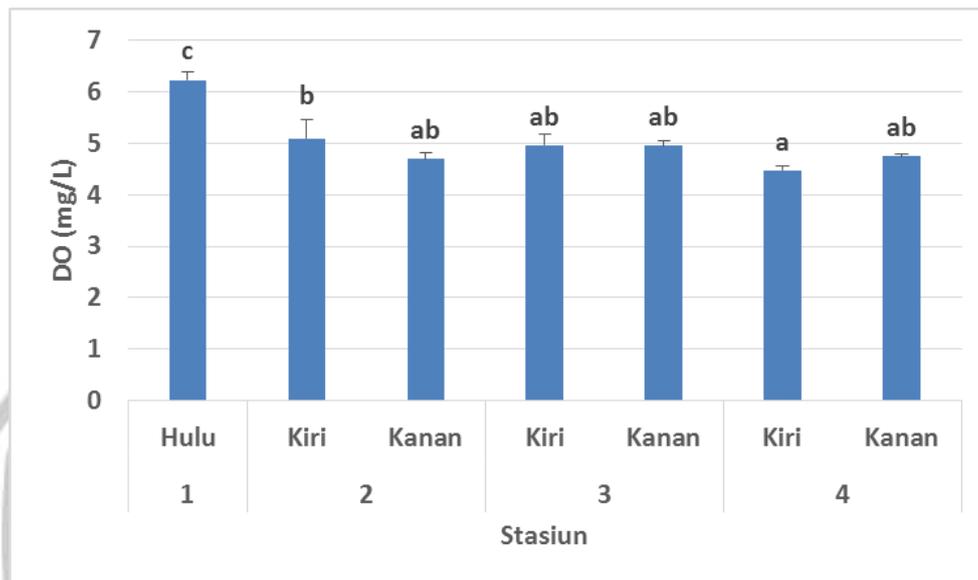


**Gambar 9.** pH air di beberapa lokasi penelitian di Rawa Kromoleo  
 Ket: Notasi yang berbeda menunjukkan adanya beda nyata berdasarkan uji beda *Brown Forsythe* dilanjutkan dengan *Games-Howell*  $\alpha$  0,05

Menurut Weirich & Miller (2014), nilai pH dapat dipengaruhi oleh aktivitas biologis seperti fotosintesis dan respirasi organisme di lingkungannya. Perubahan nilai pH pada suatu perairan dapat memengaruhi pertumbuhan aktivitas biologis organisme akuatik. Peningkatan nilai keasaman air secara drastis dapat dikarenakan adanya hujan asam (Oram, 2014). Derajat keasaman yang tinggi dapat meningkatkan konsentrasi amoniak dan dapat bersifat racun bagi organisme akuatik di dalamnya (O’Neil *et al.*, 2012). Namun pada kawasan Rawa Kromoleo, pH air masih dalam kisaran 6-9 yang berarti masih aman bagi organisme akuatik. Namun dengan demikian, perubahan pH air di Rawa Kromoleo perlu dilakukan pemantauan secara berkala mengingat dampak negatif dari peningkatan nilai pH menurunkan biodiversitas organisme yang berada pada perairan Rawa Kromoleo.

#### 4.1.7 DO

Oksigen terlarut pada seluruh titik stasiun pengamatan berkisar antara 4,48 – 6,23 mg/l. Nilai oksigen terlarut tertinggi berada pada lokasi 1 (hulu), sedangkan terendah pada stasiun 4 kiri. Berdasarkan uji beda nyata menggunakan tukey HSD, menunjukkan hasil bahwa di antara semua stasiun terlihat ada beda nyata antara stasiun ke -4 sisi kiri dengan stasiun ke-2 sisi kiri, selain itu kedua stasiun tersebut juga berbeda sama stasiun 1 di hulu (Gambar 10).



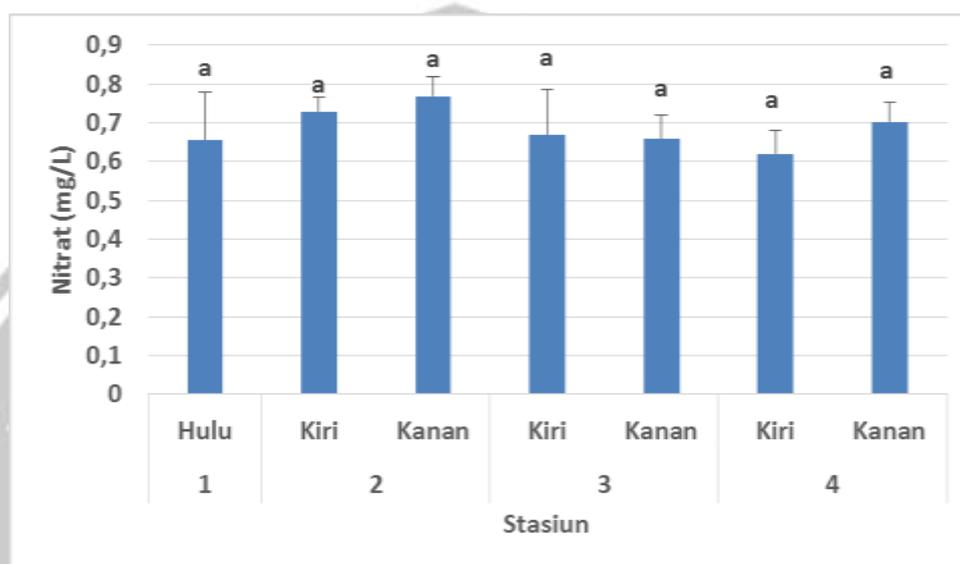
**Gambar 10.** Oksigen terlarut di di beberapa lokasi penelitian di Rawa Kromoleo

Ket: Notasi yang berbeda menunjukkan adanya beda nyata berdasarkan uji beda *One Way ANOVA* dilanjutkan dengan uji Tukey HSD  $\alpha$  0,05

Rendahnya kadar oksigen terlarut pada stasiun 4 kiri dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu adanya pencemaran zat organik serta minimnya produsen oksigen (McCoy & Olson, 1986). Berkurangnya kadar oksigen terlarut dalam perairan dapat disebabkan oleh proses oksidasi bahan anorganik dan dekomposisi bahan organik oleh mikroorganisme (Effendi, 2003). Kandungan oksigen terlarut yang terlalu sedikit yang terdapat pada suatu ekosistem dapat mengakibatkan gangguan terhadap kehidupan akuatik (Mandavile, 2002). Selain itu juga akan berpengaruh terhadap respirasi komunitas pada suatu ekosistem perairan (Caraco & Cole, 2002). Berdasarkan PP No.82 tahun 2001, nilai kadar oksigen terlarut di Rawa Kromoleo tersebut masih memenuhi baku mutu oksigen terlarut kelas II yang artinya dapat digunakan untuk prasarana rekreasi dan peternakan yaitu dengan minimum nilai 4 mg/L.

#### 4.1.8 Nitrat

Hasil pengukuran kadar nitrat pada perairan Rawa Kromoleo parameter nitrat berkisar antara 0,62 – 0,77 mg/L (Gambar 11). Berdasarkan uji beda nyata Tukey HSD menunjukkan hasil bahwa di setiap stasiun tidak berbeda nyata. Nilai nitrat tertinggi berada pada stasiun 2 (kanan) dan terendah pada stasiun 4 (kiri). Kandungan nitrat yang meningkat dapat dikarenakan adanya aktivitas pertanian dan limbah domestik yang terlarut bersamaan dengan *runoff* air hujan (Habiebah & Retnaningdyah, 2014).



**Gambar 11.** Kadar nitrat di beberapa lokasi penelitian di Rawa Kromoleo

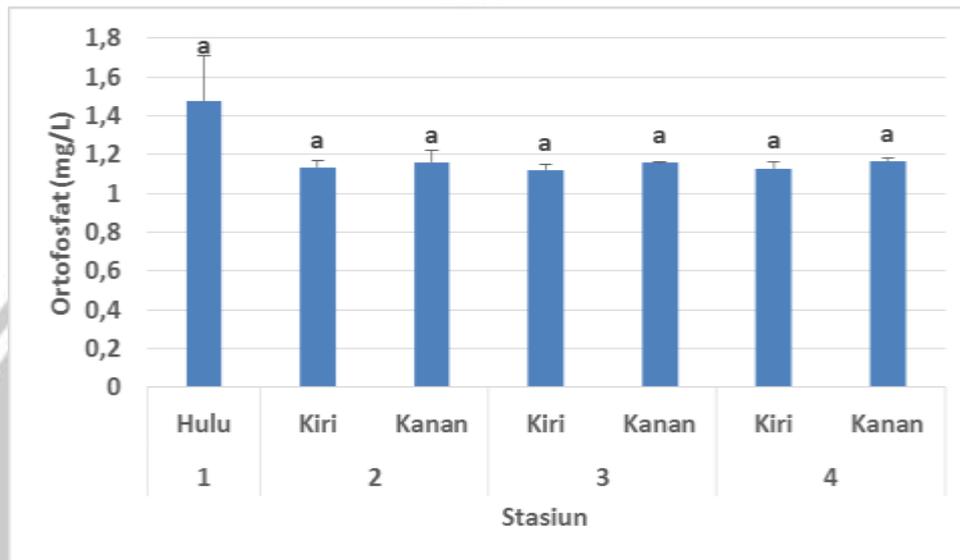
Ket: Notasi yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji beda *One Way ANOVA* dilanjutkan dengan uji Tukey HSD  $\alpha$  0,05

Nitrat adalah bentuk nitrogen utama di perairan alami yang bersifat stabil dan larut dalam air. Kualitas perairan juga dipengaruhi oleh jumlah kandungan nitrat karena diperlukan oleh organisme (khususnya Diatom) untuk mendukung kehidupannya. Sumber nitrat dalam air umumnya adalah limbah rumah tangga, limbah industri, limbah ternak dan pupuk (Koswara *et al.*, 2015).

Kandungan nilai nitrat di Rawa Kromoleo menurut Effendi (2003) sudah berada pada kondisi yang tidak alami dikarenakan mempunyai kadar  $> 0,1$  mg/L, akan tetapi nilai tersebut tidak menggambarkan adanya kondisi pencemaran antropogenik ( $> 5$  mg/L). Menurut Peraturan Pemerintah RI No. 82 tahun 2001, nilai nitrat dalam air di lokasi Rawa Kromoleo masih tergolong dalam kondisi baik.

#### 4.1.9 Ortofosfat

Hasil pengukuran ortofosfat (Gambar 18) yang dilakukan selama penelitian di Rawa Kromoleo berkisar antara 1,13 – 1,48 mg/l. Nilai ortofosfat tertinggi berada pada stasiun 1 hulu (1,48 mg/L) dan yang terendah pada stasiun 4 kiri (1,13 mg/L). Berdasarkan uji beda *Kruskal Wallis* menunjukkan nilai ortofosfat tidak ada beda secara signifikan, karena rentangan nilainya hampir sama, walaupun di stasiun 1 (hulu) nilai ortofosfat tinggi, tetapi dianggap sama (Gambar 12).



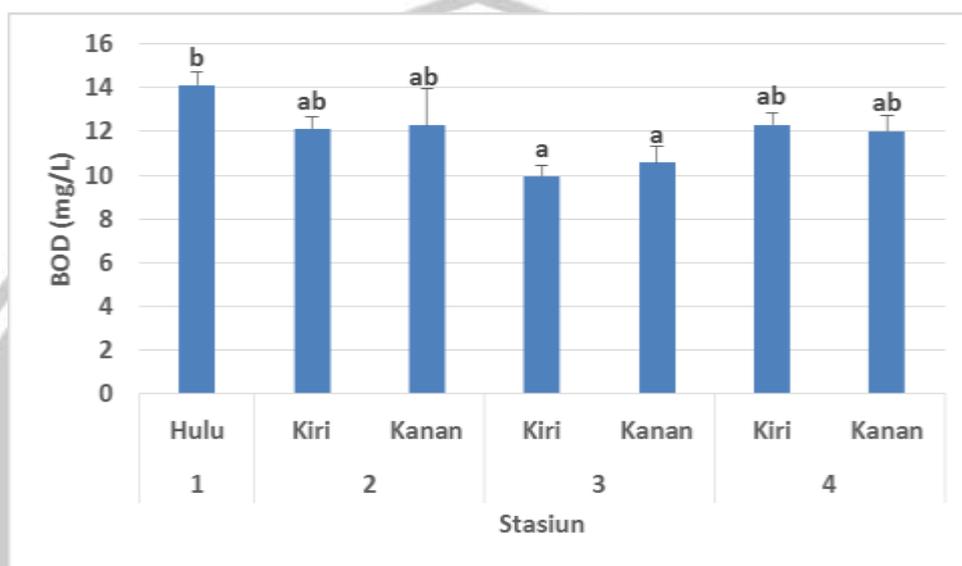
**Gambar 11.** Ortofosfat di beberapa lokasi penelitian di Rawa Kromoleo

Ket: Notasi yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji *Kruskal Wallis* dilanjutkan dengan Uji *Mann-Whitney*-  $\alpha$  0,05

Nilai ortofosfat pada stasiun 1 hulu 1,48 mg/L cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan stasiun lainnya, hal ini diduga adanya masukan limbah pertanian yang mengalir ke perairan rawa, karena pada stasiun ini bersinggungan langsung dengan sawah. Pada umumnya ortofosfat digunakan untuk metabolisme tumbuhan dalam proses pertumbuhannya. Oleh karena itu, pada aktivitas manusia seperti pertanian, parameter ortofosfat dapat digunakan dalam pertumbuhan tanaman pertanian. Dan sisa – sisa ortofosfat yang terbawa arus akan menuju ke sungai (Beaty, 2015). Ortofosfat adalah faktor pembatas yang digunakan untuk pertumbuhan alga di danau dan sungai (Lu *et al.*, 2011).

#### 4.1.10 BOD

Aktivitas organisme pengurai dalam mendekomposisi bahan organik merupakan penentu besarnya nilai BOD. Oleh karena nilai BOD yang tinggi mencerminkan tingginya bahan organik yang dapat didegradasi secara biologi. Nilai BOD<sub>5</sub> yang didapat selama penelitian berkisar antara 9,97 mg/l - 14,13 mg/l. Berdasarkan uji Tukey HSD menunjukkan bahwa nilai BOD antara stasiun 3 kiri dan kanan tidak berbeda nyata tetapi kedua stasiun tersebut berbeda nyata dengan hulu. (Gambar 13).



**Gambar 13.** BOD di beberapa lokasi penelitian di Rawa Kromoleo

Ket: Notasi yang berbeda menunjukkan adanya beda nyata berdasarkan uji beda *One Way ANOVA* dilanjutkan dengan uji Tukey HSD  $\alpha$  0,05

Kekeruhan merupakan gambaran sifat optik air dari suatu perairan yang ditentukan berdasarkan banyaknya cahaya yang dipancarkan dan diabsorpsi oleh partikel-partikel yang ada dalam air (Irawati, 2011). Pada perairan yang tergolong alami, tanaman dan hewan yang telah mati yang berperan sebagai sumber bahan organik. Selain itu sisa hasil limbah domestik dan industri juga berpengaruh pada nilai BOD (Effendi 2003). Nilai kisaran BOD pada perairan alami memiliki antara 0,5-7,0 mg/l (Jeffries dan Mills 1996 dalam Effendi 2003). Menurut kategori Lee *et al.* (1978) nilai BOD<sub>5</sub> yang diperoleh selama penelitian di rawa Kromoleo tergolong tercemar sedang. Nilai BOD<sub>5</sub> yang tinggi, hal ini diduga selain berasal dari pembusukan hewan dan tanaman, juga dapat dikarenakan dari hasil buangan aktivitas manusia di sekitar aliran Rawa Kromoleo.

## 4.2 Profil Struktur Komunitas Fitoplankton dan Perifiton di Rawa Kromoleo

### 4.2.1 Fitoplankton

a. Klasifikasi Jenis Fitoplankton di Rawa Kromoleo sebagai berikut (Tabel 4)

Tabel 4. Klasifikasi Jenis Fitoplankton di Rawa Kromoleo

No	species	class	ordo	family	genus
1	<i>Achnanthes achnanthidium</i>	Bacillariophyceae	Mastogloiales	Achnanthaceae	<i>Achnanthes</i>
2	<i>Minutissimum</i>	Bacillariophyceae	Cocconeidales	Achnanthidiaceae	<i>Achnanthidium</i>
3	<i>Anabaena</i>	Cyanophyceae	Nostocales	Nostocaceae	<i>Anabaena</i>
4	<i>Closterium venus</i>	Conjugatophyceae	Desmidiiales	Closteriaceae	<i>Closterium</i>
5	<i>Diatoma vulgare</i>	Bacillariophyceae	Tabellariales	Tabellariaceae	<i>Diatoma</i>
6	<i>Dactylococcopsis encyonema</i>	Cyanophyceae	Chroococcales	Chroococcaceae	<i>Dactylococcopsis</i>
7	<i>caespitosum</i>	Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	<i>Encyonema</i>
8	<i>Frustulia vulgare</i>	Bacillariophyceae	Naviculales	Amphipleuraceae	<i>Frustulia</i>
9	<i>Mastogloia</i>	Bacillariophyceae	Mastogloiales	Mastogloiaceae	<i>Mastogloia</i>
10	<i>Melosira varians merismopedia</i>	Coscinodiscophyceae	Melosirales	Melosiraceae	<i>Melosira</i>
11	<i>tenuissima</i>	Cyanophyceae	Synechococcales	Merismopediaceae	<i>Merismopedia</i>
12	<i>Navicula gregaria</i>	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula</i>
13	<i>Nitzschia acicularis</i>	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia</i>
14	<i>Nitzschia amphibian</i>	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia</i>
15	<i>Nitzschia filiformis</i>	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia</i>
16	<i>Nitzschia linearis</i>	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia</i>
17	<i>Nitzschia palea</i>	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia</i>
18	<i>Oedogonium</i>	Chlorophyceae	Oedogoniales	Oedogoniaceae	<i>Oedogonium</i>
19	<i>Oscillatoria Pediastrum</i>	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria</i>
20	<i>simplex</i>	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Hydrodictyaceae	<i>Pediastrum</i>
21	<i>Scenedesmus</i>	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus</i>
22	<i>Skeletonema</i>	Mediophyceae	Thalassiosirales	Skeletonemataceae	<i>Skeletonema</i>
23	<i>Synechocystis</i>	Cyanophyceae	Synechococcales	Merismopediaceae	<i>Synechocystis</i>
24	<i>Synedra ulna</i>	Bacillariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Synedra</i>
25	<i>Tabellaria flocculosa</i>	Bacillariophyceae	Tabellariales	Tabellariaceae	<i>Tabellaria</i>
26	<i>Ulothrix</i>	Ulvophyceae	Ulotrichales	Ulotrichaceae	<i>Ulothrix</i>

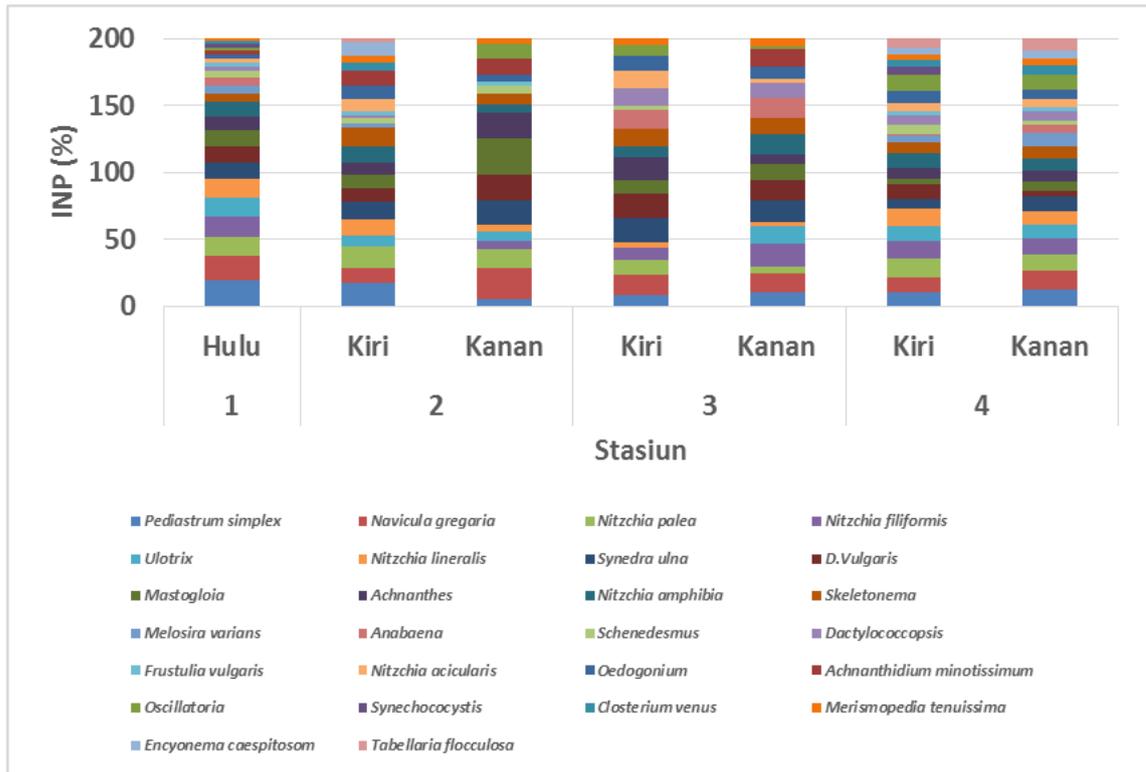
(Algaebase, 2019)

Profil struktur komunitas fitoplankton ditentukan di tujuh titik lokasi penelitian, yaitu 1(Hulu), 2 (kanan) dan (kiri), 3 (kanan) dan (kiri), 4 (kanan) dan (kiri). Diversitas pada setiap stasiun di lokasi pengamatan menunjukkan bahwa adanya perbedaan dalam indeks nilai penting dan diversitas spesies. Adanya perbedaan diversitas spesies dapat dikarenakan oleh kondisi stasiun penelitian yang mengalami gangguan lingkungan. Selama penelitian ditemukan sebanyak 26 jenis spesies fitoplankton antara lain *Achnanthes*, *Achnanthidium minutissimum*, *Anabaena*, *Closterium*

*venus*, *D.Vulgaris*, *Dactylococcopsis*, *Encyonema caespitosom*, *Frustulia vulgaris*, *Mastogloia*, *Melosira varians*, *Merismopedia tenuissima*, *Navicula gregaria*, *Nitzchia acicularis*, *Nitzchia amphibia*, *Nitzchia filiformis*, *Nitzchia linalis*, *Nitzchia palea*, *Oedogonium*, *Oscillatoria*, *Pediastrum simplex*, *Schenedesmus*, *Skeletonema*, *Synechococystis*, *Synedra ulna*, *Tabellaria flocculosa*, *Ulotrix*, dan terdiri dari 4 kelompok plankton dengan urutan dari tertinggi hingga terendah selama penelitian di Rawa Kromoleo yaitu Bacillariophyta (Diatom), Cyanobacteria, Chlorophyta dan Charophyta.

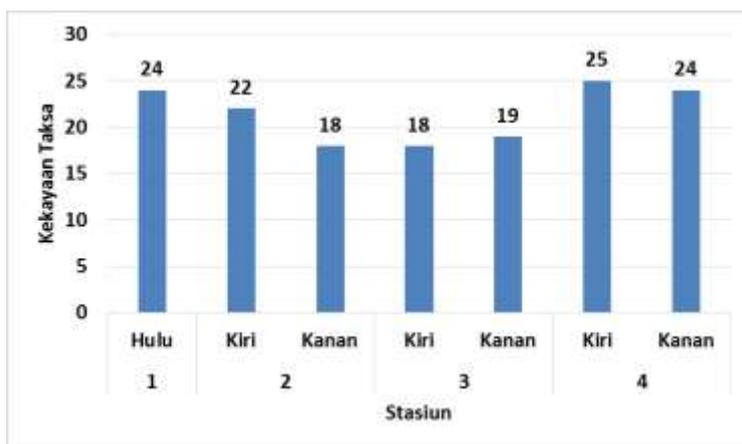
Nilai Indeks Nilai Penting (INP) fitoplankton pada stasiun 1 (hulu) terdapat *Pediastrum simplex* (19,60%), *Navicula gregaria* (17,64%), dan *Nitzchia palea* (15,06%). Pada stasiun 2 (kiri) *Pediastrum simplex* (17,30%), *Nitzchia palea* (15,72%), dan *Skeletonema* (14,57%). Stasiun 2 (kanan) *Mastogloia* (27, 19%), *Navicula gregaria* (23,13%), dan *D. Vulgaris* (19,27%). Stasiun 3 (kiri) antara *Synedra ulna* (17,95%), *D. Vulgaris* (17,83%), dan *Achnantes* (16,68%). Pada stasiun 3 (kanan) *Nitzchia filiformis* (17,04%), *Synedra ulna* (16,15%), dan *Nitzchia amphibia* (15,38%). Stasiun 4 (kiri) *Nitzchia palea* (13,65%), *Nitzchia filiformis* (13,20%), dan *Nitzchia linalis* (12,75%). Pada Stasiun 4 (kanan) terdapat *Navicula gregaria* (13,69%), *Pediastrum simplex* (12,89%), dan *Nitzchia palea* (12,09%).

Berdasarkan hasil analisis INP (Gambar 14), terdapat dua kelompok plankton yang selalu muncul dalam jumlah yang banyak daripada yang lain yaitu Bacillariophyta dan Chlorophyta. Kelompok Bacillariophyta menunjukkan bahwa kelompok tersebut mempunyai nilai tertinggi dalam kemunculannya di perairan, hal ini dapat dikarenakan pada Rawa Kromoleo memiliki rasio nilai N dan P yang tinggi. Hal ini sesuai dengan pernyataan Pratiwi *et al.*, (2013), adanya rasio N/P yang tinggi pada suatu perairan maka komposisi plankton kelompok Bacillariophyta akan meningkat. N merupakan nutrisi yang penting dalam mendukung pertumbuhan fitoplankton jenis diatom (Bacillariophyta) (Gilpin dan Davidson 2004). Nilai INP tertinggi dari kelompok Bacillariophyta berasal dari Genus *Mastogloia* dan *Pediastrum*. Genus *Mastogloia* hidupnya soliter, Distribusi penyebaran genus ini di daerah yang beriklim tropis dan subtropis dan pada pH perairan diatas 7 (Gaiser *et al.*, 2006). Hasil analisis nilai INP tertinggi kedua dari kelompok *Chlorophyta* yaitu dari Genus *Pediastrum*. Pada ekosistem alami, genus *Pediastrum* mampu hidup pada kondisi air tawar ( Algabasa, 2019). *Pediastrum* biasanya hidup berkoloni, selain itu Genus ini merupakan fitoplankton yang berperan sebagai produsen primer yaitu sebagai penyedia bahan organik bagi ikan dan organisme lain di perairan (Prasetyo, 1987)

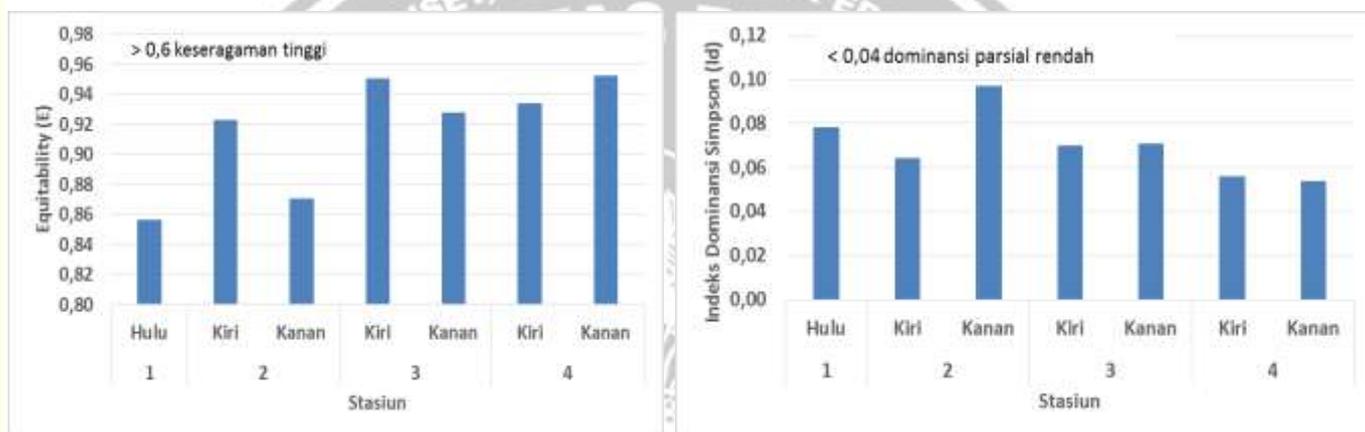


**Gambar 14.** Nilai INP Fitoplankton di beberapa lokasi penelitian di Rawa Kromoleo

Kelimpahan taksa fitoplankton (Gambar 15) di Rawa Kromoleo pada stasiun 1 (hulu) 24 ; 2 (kiri) 22 ; 2(kanan) 18 ; 3 (kiri) 18 ; 3 (kanan) 19 ; 4 (kiri) 25 ; 4 (kanan) 24. Suatu komunitas yang mempunyai nilai kestabilan yang tinggi berarti memiliki peluang lebih besar untuk mempertahankan kelestariannya. Indeks keseragaman ( $E'$ ) digunakan untuk menilai kestabilan jenis dalam suatu komunitas. Apabila nilai indeks keseragaman semakin tinggi maka keanekaragaman jenis dalam suatu komunitas semakin stabil (Mawazin dan A. Subiakto, 2013). Indeks keseragaman fitoplankton pada Rawa kromoleo berkisar antara 0,85 – 0,95. Hasil nilai indeks keseragaman fitoplankton menunjukkan keseragaman yang tinggi karena nilainya lebih dari 0,6. Pada konsep keseragaman, apabila hasil nilai indeks yang diperoleh mendekati 1 (satu) berarti mencirikan penyebaran jenisnya semakin merata. Sehingga dapat dikatakan bahwa penyebaran spesies pada Rawa Kromoleo tersebut hampir sama rata (Gambar 16). Nilai indeks Dominasi dapat dijadikan sebagai petunjuk untuk mengetahui pemusatan dan penyebaran jenis fitoplankton yang dominan. Hasil nilai indeks dominasi (ID) pada stasiun 1 (hulu) 0,07; stasiun 2 (kiri) 0,06; stasiun 2 (kanan) 0,09 ; stasiun 3 (kiri) 0,069 ; stasiun 3 (kanan) 0,07 ; stasiun 4 (kiri) 0,055 ; dan stasiun 4 (kanan) 0,053. Semua nilai indeks dominasi fitoplankton di rawa Kromoleo menunjukkan kurang dari 0,04. Hal ini berarti di ke tujuh satasin penelitian meunjukkan tidak terdapat spesies yang mendominasi. Apabila nilai indeks dominasi kurang dari 0,04 berarti dominasi parsial rendah.



**Gambar 15.** Indeks Kekayaan Taksa Fitoplankton di beberapa lokasi penelitian di Rawa Kromoleo



**Gambar 16.** Indeks Keseragaman ( $E'$ ) dan Indeks Dominansi Simpson (ID) Fitoplankton di beberapa lokasi penelitian di Rawa Kromoleo

#### 4.2.2 Perifiton

Pengambilan sampel perifiton ditentukan di tujuh titik lokasi penelitian, yaitu 1(Hulu), 2 (kanan) dan (kiri), 3 (kanan) dan (kiri), 4 (kanan) dan (kiri). Selama pengamatan perifiton ditemukan sebanyak 23 jenis spesies antara lain *Achnanthes*, *Achnantheidium minutissimum*, *Anabaena*, *D.Vulgaris*, *Dactylococcopsis*, *Encyonema caespitosum*, *Frustulia vulgaris*, *Mastogloia*, *Melosira varians*, *Navicula gregaria*, *Nitzschia acicularis*, *Nitzschia amphibia*, *Nitzschia filiformis*, *Nitzschia lineralis*, *Nitzschia palea*, *Oedogonium*, *Oscillatoria*, *Pediastrum simplex*, *Scenedesmus*, *Skeletonema*, *Synedra ulna*, *Tabellaria flocculosa*, *Ulothrix*.

- a. Klasifikasi Jenis Perifiton yang ditemukan di Rawa Kromoleo sebagai berikut (Tabel 5):

Tabel 5. Klasifikasi Jenis Perifiton yang ditemukan di Rawa Kromoleo

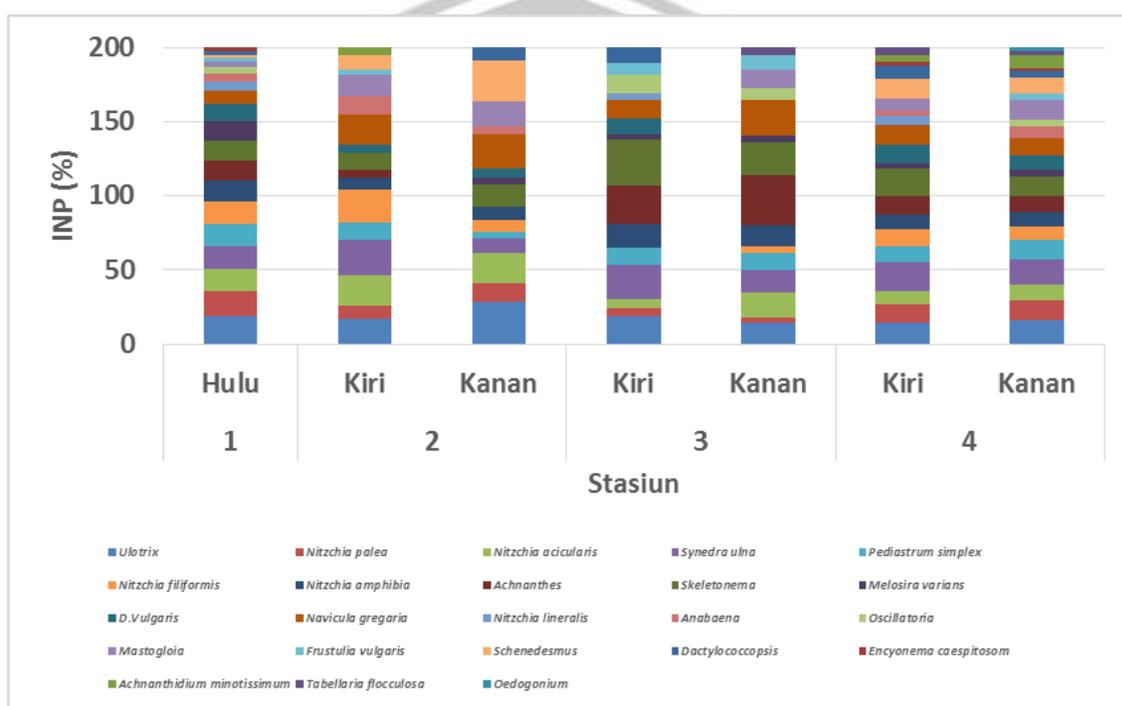
No	species	Class	ordo	Family	genus
1	<i>Achnanthes</i> <i>Achnantheidium</i>	Bacillariophyceae	Mastogloiales	Achnantheaceae	<i>Achnanthes</i>
2	<i>minutissimum</i>	Bacillariophyceae	Cocconeidales	Achnanthidiaceae	<i>Achnantheidium</i>
3	<i>Anabaena</i>	Cyanophyceae	Nostocales	Nostocaceae	<i>Anabaena</i>
4	<i>Diatoma vulgaris</i>	Bacillariophyceae	Tabellariales	Tabellariaceae	<i>Diatoma</i>
5	<i>Dactylococcopsis</i> <i>Encyonema</i>	Cyanophyceae	Chroococcales	Chroococcaceae	<i>Dactylococcopsis</i>
6	<i>caespitosum</i>	Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	<i>Encyonema</i>
7	<i>Frustulia vulgaris</i>	Bacillariophyceae	Naviculales	Amphipleuraceae	<i>Frustulia</i>
8	<i>Mastogloia</i>	Bacillariophyceae	Mastogloiales	Mastogloiaceae	<i>Mastogloia</i>
9	<i>Melosira varians</i>	Coscinodiscophyceae	Melosirales	Melosiraceae	<i>Melosira</i>
10	<i>Navicula gregaria</i> <i>Nitzschia</i>	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula</i>
11	<i>acicularis</i> <i>Nitzschia</i>	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia</i>
12	<i>amphibia</i>	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia</i>
13	<i>Nitzschia filiformis</i>	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia</i>
14	<i>Nitzschia linearis</i>	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia</i>
15	<i>Nitzschia palea</i>	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia</i>
16	<i>Oedogonium</i>	Chlorophyceae	Oedogoniales	Oedogoniaceae	<i>Oedogonium</i>
17	<i>Oscillatoria</i> <i>Pediastrum</i>	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria</i>
18	<i>simplex</i>	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Hydrodictyaceae	<i>Pediastrum</i>
19	<i>Scenedesmus</i>	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus</i>
20	<i>Skeletonema</i>	Mediophyceae	Thalassiosirales	Skeletonemataceae	<i>Skeletonema</i>
21	<i>Synedra ulna</i> <i>Tabellaria</i>	Bacillariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Synedra</i>
22	<i>flocculosa</i>	Bacillariophyceae	Tabellariales	Tabellariaceae	<i>Tabellaria</i>
23	<i>Ulothrix</i>	Ulvophyceae	Ulotrichales	Ulotrichaceae	<i>Ulothrix</i>

(Algaebase, 2019)

Indeks Nilai Penting (INP) perifiton pada stasiun 1 (hulu) yaitu *Ulothrix* (18,66%), *Nitzschia palea* (16,58%), dan *Nitzschia acicularis* (15,41%). Pada stasiun 2 (kiri) *Synedra ulna* (24,45%), *Nitzschia filiformis* (22,39%), dan *Navicula gregaria* (20,42%). Stasiun 2 (kanan) *Ulothrix* (28,27%), *Scenedesmus* (27,51%), dan *Navicula gregaria* (22,95%). Stasiun 3 (kiri) antara *Skeletonema* (31,03%), *Achnanthes* (26,40%), dan *Synedra ulna* (22,90%). Pada stasiun 3 (kanan) *Achnanthes* (33,69%), *Navicula gregaria* (24,00%), dan *Skeletonema* (22,20%). Stasiun 4 (kiri) *Synedra ulna* (18,82%), *Skeletonema* (18,82%), dan *Ulothrix* (14,09%).

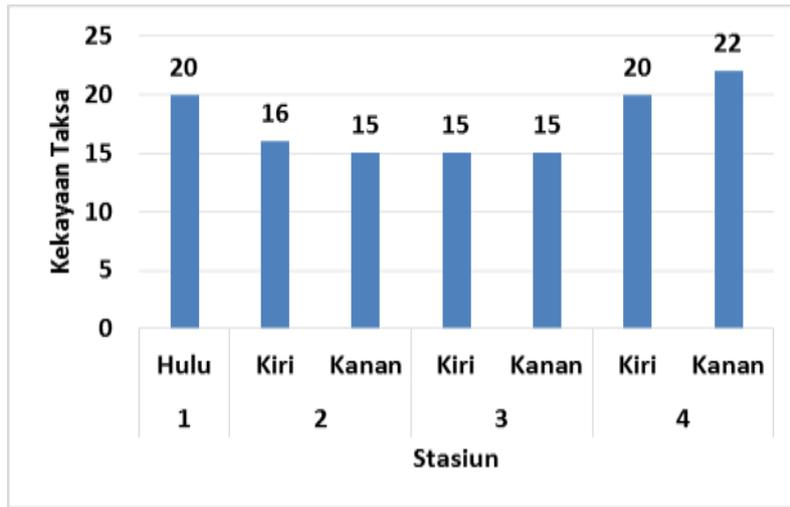
Pada stasiun 4 (kanan) terdapat *Synedra ulna* (16,43%), *Ulothrix* (16,31%), dan *Pediastrum simplex* (13,93%). Pengamatan perifiton terdapat tiga kelompok perifiton yang muncul di perairan yaitu dari kelompok *Bacillariophyta*, *Cyanobacteria* dan *Chlorophyta*. Sedangkan pada

hasil analisis Indeks Nilai Penting (INP) perifiton (Gambar 17), terdapat dua kelompok yang tertinggi yang mendominasi yaitu *Bacillariophyta* dan *Chlorophyta*. Genus *Achnantes* merupakan yang jumlahnya tertinggi dari kelompok *Bacillariophyta*. Genus *Achnantes* adalah salah satu genus yang bersifat sensitif dan toleran terhadap bahan pencemar organik (Kelly *et al.*, 2001; Onyema, 2013), kelompok *Chlorophyta* yang tertinggi yaitu berasal dari Genus *Ulothrix*. Sedangkan Kelimpahan taksa perifiton di Rawa Kromoleo (gambar 18) pada stasiun 1 (hulu) 20 ; stasiun 2 (kiri) 16 ; stasiun 2(kanan) 15 ; stasiun 3 (kiri) 15 ; stasiun 3 (kanan) 15 ; stasiun 4 (kiri) 20 ; stasiun 4 (kanan) 22.



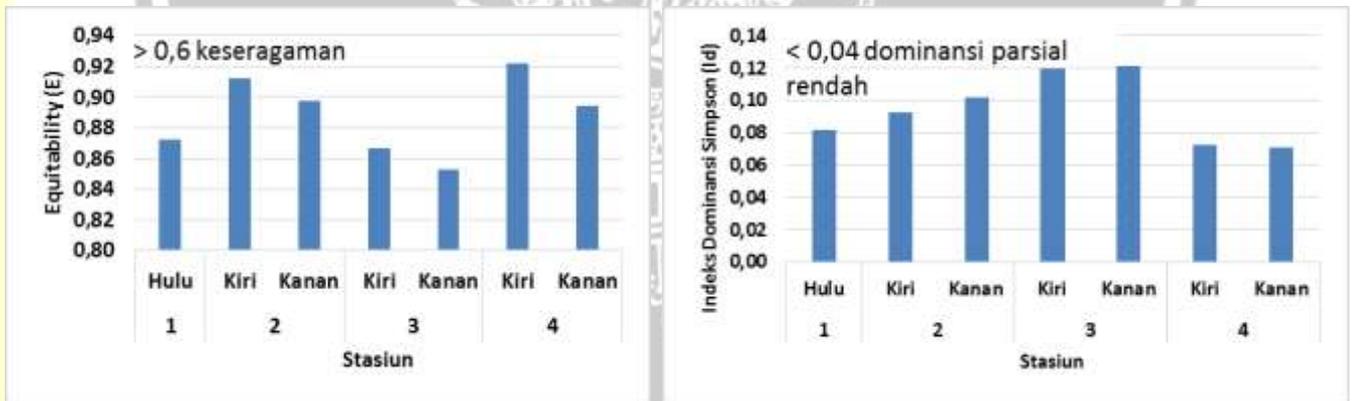
**Gambar 17.** Nilai INP Perifiton di di beberapa lokasi penelitian di Rawa Kromoleo

Suatu komunitas yang memiliki nilai keseragaman lebih dari 0,6 menandakan bahwa adanya persebaran dari jenis organisme yang merata. Indeks keseragaman perifiton pada Rawa Kromoleo (Gambar 19) di lokasi 1(hulu) 0,87; lokasi 2 (kiri) 0,91 ; lokasi 2 (kanan) 0,89 ; lokasi 3 (kiri) 0,86 ; lokasi 3 (kanan) 0,85 ; lokasi 4 (kiri) 0,92 ; dan lokasi 4 (kanan) 0,89. Sehingga dapat disimpulkan apabila dilihat dari indeks keseragaman perifiton di Rawa Kromoleo bahwa penyebaran spesiesnya hampir sama rata



**Gambar 18.** Indeks Kekayaan Taksa Perifiton di di beberapa lokasi penelitian di Rawa Kromoleo

Nilai Indeks Dominasi dapat dijadikan sebagai petunjuk untuk mengetahui pemusatan dan penyebaran jenis perifiton yang dominan. Hasil nilai indeks dominasi (ID) di Rawa Kromoleo pada stasiun 1 (hulu) 0,08; stasiun 2 (kiri) 0,09; stasiun 2 (kanan) 0,10 ; stasiun 3 (kiri) 0,11 ; stasiun 3 (kanan) 0, 12 ; stasiun 4 (kiri) 0,07 ; dan stasiun 4 (kanan) 0,07. Semua nilai indeks dominasi perifiton di rawa Kromoleo menunjukkan kurang dari 0,04 yang mencirikan terdapat spesies yang mendominasi.



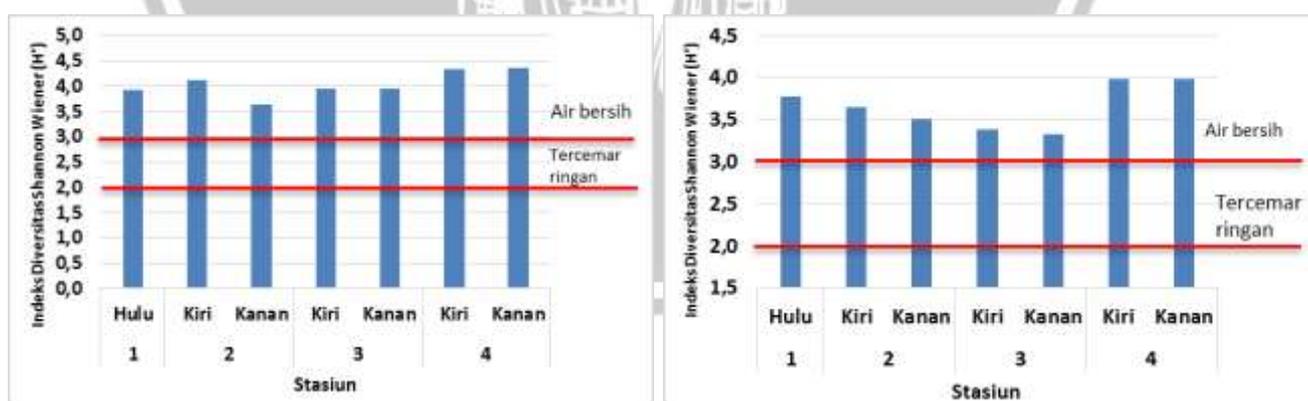
**Gambar 19.** Nilai Indeks Equitability (E) dan Indeks Dominasi Simpson (ID) Perifiton di beberapa lokasi penelitian di Rawa Kromoleo

### 4.3 Kualitas Air Rawa Kromoleo berdasarkan Indeks Diversitas Shannon – Wiener, TDI dan %PTV Fitoplankton dan Perifiton sebagai Biondikator

Nilai indeks diversitas berdasarkan nilai keanekaragaman, keseragaman, dan dominansi dapat digunakan untuk menilai kestabilan komunitas organisme akuatik pada suatu perairan (Guo *et al.*, 2012). Indeks diversitas berdasarkan Shannon- Wiener fitoplankton (Gambar 20) di lokasi 1(hulu) 3,92; lokasi 2 (kiri) 4,11 ; lokasi 2 (kanan) 3,62 ; lokasi 3 (kiri) 3,96 ; lokasi 3 (kanan) 3,94

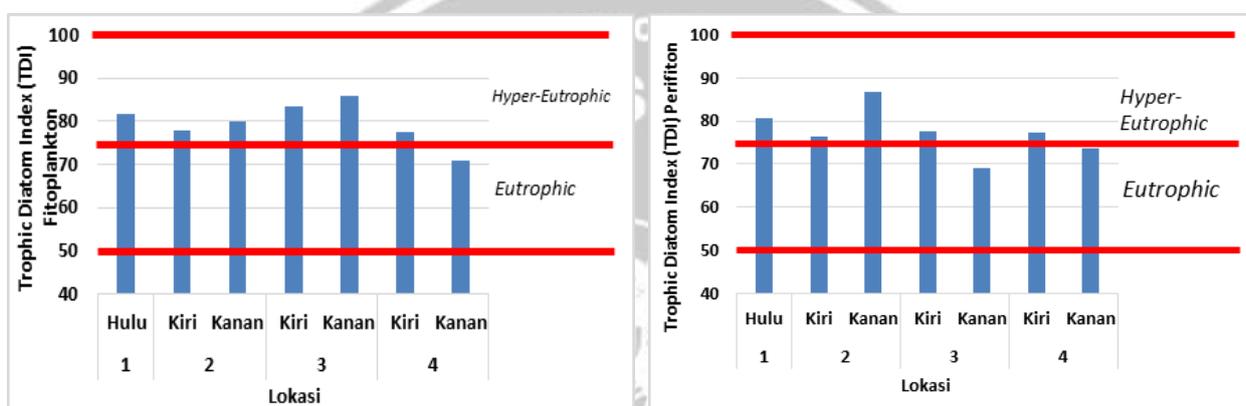
; lokasi 4 (kiri) 4,33 ; dan lokasi 4 (kanan) 4,36. Nilai Indeks *Shannon Wiener* fitoplankton di Rawa Kromoleo yang tertinggi berada pada stasiun 4 (kanan), hal ini berarti bahwa kondisi ekosistem perairan pada stasiun tersebut lebih baik dan tergolong dalam perairan yang bersih. Adanya nilai indeks diversitas yang rendah di stasiun lain dapat dikarenakan oleh keberadaan kondisi suhu perairan dan zat pencemar (nitrat dan fosfat) (Dallas, 2008; Xu *et al.*, 2013; Hancke *et al.*, 2014). Indeks diversitas berdasarkan Shannon- Wiener perifiton di lokasi 1(hulu) 3,76; lokasi 2 (kiri) 3,64 ; lokasi 2 (kanan) 3,50 ; lokasi 3 (kiri) 3,38 ; lokasi 3 (kanan) 3,33 ; lokasi 4 (kiri) 3,986 ; dan lokasi 4 (kanan) 3,988. Nilai indeks *Shannon Wiener* di Rawa Kromoleo yang tertinggi berada pada stasiun 4 (kanan), hal ini menunjukkan bahwa kondisi perairan di stasiun 4 (kanan) dapat mencirikan perairan yang bersih.

Kelimpahan dan distribusi spesies biasanya dihubungkan dengan adanya pencemaran pada perairan, nilai  $H'$  dapat menggambarkan pencemaran toksik (Elsherief *et al.*, 2014). Pencemaran yang tinggi akan menurunkan nilai  $H'$ . Wu *et al.* (2014) menjelaskan bahwa nilai  $H'$  (1-2 ) menggambarkan diversitas rendah dengan pencemaran sedang, sedangkan nilai  $H'$  (> 2) menggambarkan tingginya diversitas dan tidak adanya pencemaran. Nilai  $H'$  juga dapat dipengaruhi oleh sumber nutrisi yang ada di perairan. Nutrisi yang tinggi menyebabkan organisme mampu memanfaatkan nutrisi tersebut untuk kehidupannya, sehingga dapat hidup dengan baik dan melimpah. Semua stasiun penelitian memiliki diversitas tinggi dengan persebaran merata serta tidak terjadi pencemaran toksik. Hal ini dikarenakan pencemaran yang diakibatkan oleh zat kimia masih dapat ditoleransi dengan adanya fitoremediasi dari tanaman eceng gondok. Pencemaran toksik yang rendah dapat disebabkan oleh efisiensi eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) dalam menyerap racun atau menjadi agen fitoremediasi (Petruccio dan Esteves, 2000).



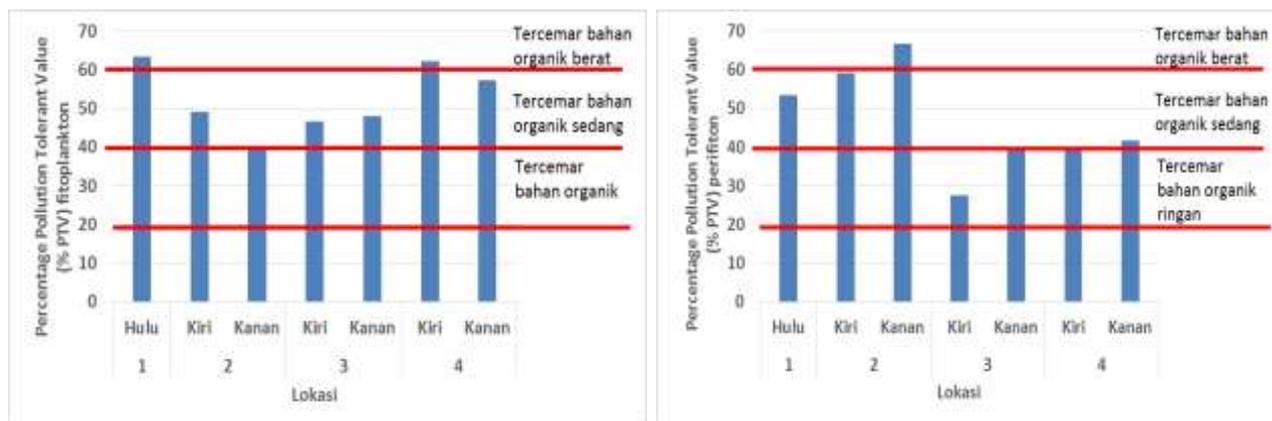
**Gambar 20.** Nilai Indeks Diversitas *Shannon- Wiener* Fitoplankton dan Perifiton di beberapa lokasi penelitian di Rawa Kromoleo

Nilai *Trophic Diatom Index* (TDI) adalah suatu indeks yang dapat digunakan untuk mengetahui status tropik perairan berdasarkan pada kelimpahan dan komposisi diatom di perairan tersebut (Wu *et al.*, 2014). Nilai *Trophic Diatom Index* (TDI) dapat dikelompokkan menjadi empat kelompok yaitu oligo-eutrofik apabila nilainya 0 – 25; meso-eutrofik pada nilai 25 – 50; eutrofik dengan nilai 50 – 75; dan hiper-eutrofik dengan nilai 75 – 100 (Kelly *et al.*, 2001). Hasil nilai TDI pada fitoplankton (Gambar 21) di rawa Kromoleo berkisar antara 70,85 – 85,96 dan termasuk dalam kategori kelas eutrofik – hiper eutrofik. Sedangkan untuk hasil analisis TDI pada perifiton di Rawa Kromoleo di dapatkan hasil berkisar antara 69,10 – 86,71 dan dapat disimpulkan bahwa nilai tersebut tergolong kelas eutrofik – hiper eutrofik.



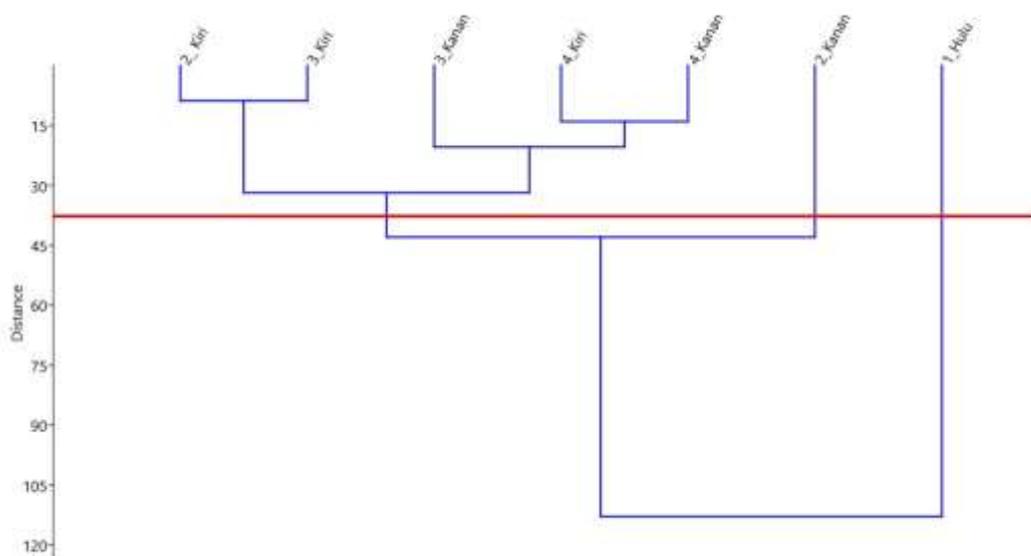
**Gambar 21.** Nilai *Trophic Diatom Index* (TDI) Fitoplankton dan Perifiton di beberapa lokasi penelitian di Rawa Kromoleo

Sedangkan nilai % PTV (*Percentage Pollution Tolerant Values*) digunakan untuk menganalisis kondisi perairan yang mengindikasikan adanya pencemaran bahan organik yang dikelompokkan dalam beberapa kelas antara lain apabila nilai %PTV kurang dari 20% mencirikan perairan tersebut bebas dari bahan pencemar organik ; nilai 21 – 40 % berarti tercemar bahan organik ringan; nilai 41 – 60 % menandakan perairan tercemar bahan organik sedang dan nilai lebih dari 61 % berarti perairan tersebut tercemar bahan organik berat (Wu *et al.*, 2014). Hasil analisis %PTV pada fitoplankton (Gambar 22) berkisar antara 39,13% - 63,33 %. Nilai %PTV tertinggi berada pada stasiun 1 (hulu) sebesar 63,33 % yang berarti tercemar bahan organik berat, sedangkan nilai %PTV terendah berada pada stasiun 2 (kanan) sebesar 39,13 % yang berarti tercemar bahan organik ringan. Dapat disimpulkan bahwa nilai %PTV fitoplankton di Rawa Kromoleo termasuk dalam kategori tercemar bahan organik ringan – tercemar bahan organik berat. Pada analisis %PTV perifiton di Rawa Kromoleo didapatkan hasil berkisar antara 27,62 % - 66,88 % dan termasuk dalam kategori tercemar bahan organik ringan – tercemar bahan organik berat.



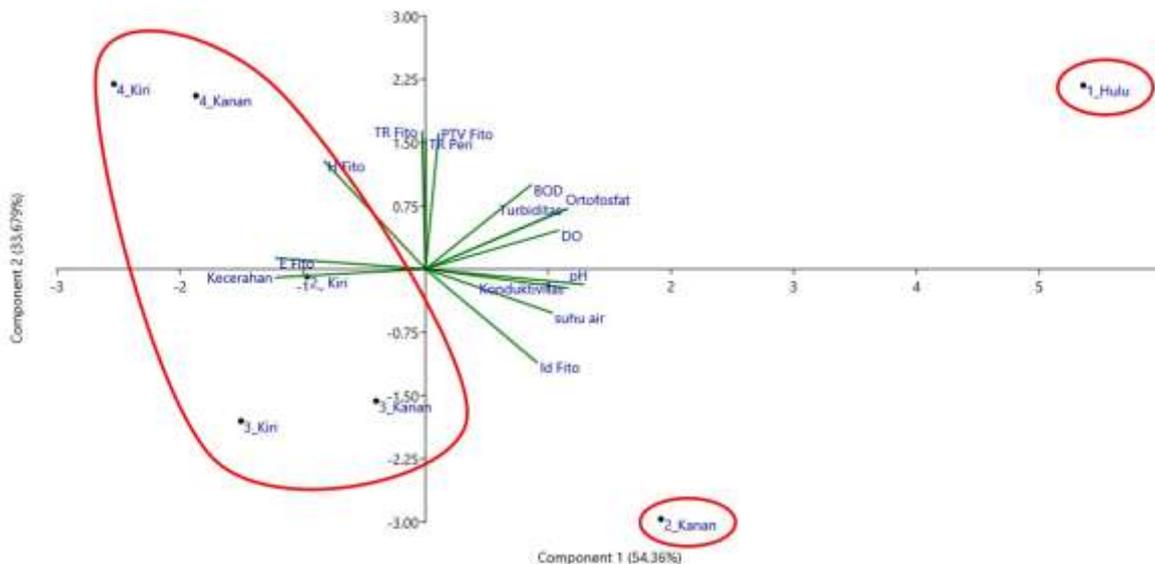
**Gambar 22.** Nilai *Percentage Pollution Tolerant Value* (%PTV) Fitoplankton dan Perifiton di beberapa lokasi penelitian di Rawa Kromoleo

Analisis *cluster* merupakan suatu analisis yang bertujuan untuk pengelompokan individu-individu berdasarkan karakter dan sifat. Hasil analisis kluster dengan menggunakan *distance Euclidean* dan berdasarkan nilai kualitas fisika kimia air, struktur komunitas (perifiton dan fitoplankton), serta indeks biotik dari perifiton dan fitoplankton sebagai bioindikator di Rawa Kromoleo tampak bahwa fitoplankton dan perifiton diantara tujuh stasiun mengelompok menjadi tiga *cluster*. *Cluster* satu terdiri dari stasiun 2 kiri, 3 kiri, 3 kanan, 4 kiri, 4 kanan. *Cluster* dua yaitu stasiun 2 sedangkan *cluster* tiga meliputi stasiun 1 hulu. Ketiga *cluster* tersebut mengelompok dan memiliki karakteristik yang berbeda-beda berdasarkan parameter fisika kimia air (suhu air, kecerahan, BOD, turbiditas, pH, ortofosfat), kelimpahan taksa fitoplankton, kelimpahan taksa perifiton, indeks dominasi fitoplankton, indeks keseragaman fitoplankton dan nilai PTV fitoplankton. (Gambar 23).



**Gambar 23.** Analisis *cluster* berdasarkan parameter fisika kimia air, fitoplankton dan perifiton serta indeks biotik di Rawa Kromoleo.

Pengelompokkan profil kualitas air dapat dilakukan melalui analisis biplot menggunakan *Principal Component Analysis* (PCA). Pada analisis biplot tampak variasi parameter fisika kimia air, struktur komunitas fitoplankton dan perifiton serta indeks biotik pada masing masing stasiun. Stasiun 1 hulu dikarakterisasi oleh nilai %PTV fitoplankton, kelimpahan taksa Perifiton, ortofosfat, turbiditas, BOD dan DO. Masing masing indikator tersebut saling berkorelasi kuat dengan perolehan secara kuantitas lebih tinggi dibandingkan dengan stasiun 3 kiri, 3 kanan dan 2 kiri, 4kiri dan 4 kanan yang hanya dikarakterisasi oleh faktor kecerahan, keseragaman fitoplankton, diversitas fitoplankton serta kelimpahan taksa fitoplankton dan pada stasiun 3 kiri dapat dikatakan bahwa kondisi perairan rawa cukup baik. Stasiun 2 kanan dikarakterisasi oleh parameter pH, konduktivitas, suhu air, dan nilai indeks dominasi fitoplankton dengan masing masing faktor saling berkorelasi kuat. Berdasarkan analisis biplot tersebut tampak bahwa stasiun dengan kualitas air terbaik di stasiun 3 kiri karena dilihat nilai parameternya paling rendah sedangkan kualitas air terburuk terdapat pada stasiun 1 hulu dilihat dari tingginya nilai Turbiditas, BOD, DO, dan ortofosfat (Gambar 24).



**Gambar 24.** Analisis biplot berdasarkan parameter fisika kimia air, fitoplankton dan perifiton serta indeks biotik di Rawa Kromoleo

#### 4.4 *Gap Analysis* dan *Root Cause Analysis* untuk rekomendasi pengelolaan Rawa Kromoleo

Salah satu metode yang digunakan untuk menentukan keberhasilan program evaluasi ekosistem dan komunitas ialah dengan membandingkan parameter-parameter dengan suatu standar baku mutu yang telah ditentukan. Perbandingan antara parameter biotik dan abiotik serta peraturan pemerintah akan dapat ditentukan adanya kesenjangan dalam mengevaluasi ekosistem. Analisis kesenjangan (*Gap Analysis*) diharapkan mampu mengidentifikasi perencanaan pengembangan kawasan konservasi wisata sehingga nantinya pengembangan kawasan tersebut menjadi lebih terarah dan terorganisir (Scoot *et al*, 1991). Hasil analisis *Gap* pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 6.

Dari hasil analisis *Gap* yang menunjukkan nilai negatif (-) yaitu parameter kecerahan, ortofosfat, turbiditas dan BOD berarti tidak memenuhi standar baku mutu air yang telah ditentukan, begitu halnya dengan nilai TDI yang digolongkan menjadi dua tanda negatif (-), tanda negatif satu (-) berarti status trofik perairan tergolong hiper eutrofik, sedangkan negatif dua (- -) berarti perairan tergolong eutrofik. Pada % PTV digolongkan menjadi tiga tanda negatif (-), negatif satu (-) berarti perairan tercemar bahan organik berat, negatif dua (- -) perairan tercemar bahan organik sedang dan negatif tiga (- - -) berarti tercemar bahan organik ringan. Dari hasil yang menunjukkan nilai negatif (-) tersebut maka dilanjutkan dengan *Root Cause Analysis* (RCA). RCA merupakan teknik analisis yang terfokus untuk menemukan akar masalah suatu *problem*, sehingga dapat dilakukan upaya untuk menghindari masalah tersebut dengan membuat rekomendasi atau strategi untuk mengatasi solusi masalah tersebut (Rooney, 2004). Dalam penelitian ini hasil *Root Cause Analysis* untuk rekomendasi pengelolaan Rawa Kromoleo yang akan dijadikan sebagai tempat wisata dapat dilihat pada Tabel 7.

**Tabel 6. Hasil analisis GAP untuk rekomendasi pengelolaan Rawa Kromoleo berdasarkan faktor biotik dan abiotik**

Parameter	Stasiun							Baku	GAP						
	1 Hulu	2 Kiri	2 Kanan	3 Kiri	3 kanan	4 kiri	4 kanan	Mutu Air	1 Hu	2 Ki	2 Ka	3 Ki	3 Ka	4 Ki	4 Ka
Suhu (°C)	28	27	28	27	28	26	27	Deviasi 3	+	+	+	+	+	+	+
Kecerahan (cm)	23	67	40	68	48	66	56	>400***	-	-	-	-	-	-	-
Turbiditas (NTU)	101	7	9	7	7	6	7	5-30 NTU	-	+	+	+	+	+	+
Konduktivitas (µS.cm-1)	370	338	351	331	310	303	311	0-3000**	+	+	+	+	+	+	+
pH	7	6	7	6	6	6	6	6-9	+	+	+	+	+	+	+
DO (mg/L)	6	5	4	4	4	4	4	>4	+	+	+	+	+	+	+
Nitrat (mg/L)	0,66	0,72	0,77	0,67	0,66	0,62	0,7	10	+	+	+	+	+	+	+
Ortofosfat (mg/L)	1,47	1,13	1,16	1,12	1,16	1,13	1,17	0,04 – 0,16*	-	-	-	-	-	-	-
BOD (mg/L)	14	12	12	9	10	12	12	3	-	-	-	-	-	-	-
TDI Fitoplankton	81,5	77,68	79,89	83,23	85,96	77,53	70,85	^ (50-75): --	-	-	-	-	-	-	--
TDI Perifiton	80,65	76,47	86,71	77,59	69,11	77,29	73,68	^ (75-100): -	-	-	-	--	-	-	--
%PTV Fitoplankton	63,33	49,21	39,13	46,62	48,17	62,31	57,4	^ (21-40): ---	-	--	---	--	--	-	--
%PTV Perifiton	53,57	59,21	66,89	27,63	39,74	39,25	41,8	^ (41-60): -- ^ (>61): -	--	--	---	---	---	---	--

keterangan: tanda (+) menunjukkan parameter fisika kimia air yang memenuhi baku mutu air berdasarkan standar yang digunakan,

sedangkan tanda (-) menunjukkan parameter fisika kimia air yang tidak memenuhi baku mutu air,

Pada nilai TDI tanda (-) menunjukkan hipereutrofik; tanda (- -) berarti eutrofik

Pada %PTV tanda (-) berarti tercemar berat; tanda (- -) tercemar sedang; tanda (- - -) tercemar ringan

Sumber:

\* Retnaningdyah *et al.* (2017)

\*\* FAO (1985b)

\*\*\*Carlson dan Simpson (1996)

Tabel 7. Hasil *Root Cause Analysis* untuk rekomendasi pengelolaan Rawa Kromoleo yang akan dijadikan tempat wisata

Kelemahan	Stasiun								Akar Masalah	Rekomendasi
	1 Hulu	2 Kiri	2 Kanan	3 Kiri	3 kanan	4 kiri	4 kanan			
Turbiditas	-								<ul style="list-style-type: none"> <li>partikel tersuspensi yang berasal dari pembusukan eceng gondok</li> <li>sedimentasi lumpur dari saluran air dari mata air Rawa Kromoleo</li> <li>sampah domestik yang tersuspensi ke hulu Rawa Kromoleo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>eradikasi dan pemanfaatan eceng gondok</li> <li>dilakukan pengerukan endapan lumpur secara berkala</li> <li>pengelolaan sampah domestik non degradable yg lbh baik</li> </ul>
kecerahan	-	-	-	-	-	-	-	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>adanya limbah domestik, sampah organik dan lumpur yang terbawa masuk ke perairan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>himbauan untuk meningkatkan kesadaran masyarakat agar tidak membuang sampah sembarangan</li> <li>penanaman tumbuhan riparian (herba, semak, dan pohon) lokal untuk menahan erosi agar lumpur tidak terbawa ke Rawa</li> </ul>
Ortofosfat	-	-	-	-	-	-	-	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>residu pupuk anorganik dari persawahan sekitar Rawa Kromoleo</li> <li>limbah deterjen dari aktivitas MCK</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>promosi pertanian organik ramah lingkungan</li> <li>pengembangan sanitasi lingkungan</li> </ul>
BOD	-	-	-	-	-	-	-	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>limbah eceng gondok, residu pupuk, deterjen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>eradikasi dan pemanfaatan eceng gondok, pertanian organik</li> <li>Pengembangan sanitasi lingkungan</li> </ul>

keterangan: tanda (-) menunjukkan bahwa di lokasi penelitian mempunyai kelemahan tersebut sedangkan tanda ( ) menunjukkan lokasi penelitian tidak mempunyai kelemahan tersebut

#### 4.5 Rekomendasi pengelolaan Rawa Kromoleo yang akan dijadikan tempat wisata

Berdasarkan *Root Cause Analysis* diketahui bahwa parameter fisika kimia yang tidak memenuhi standar baku mutu yang telah ditentukan yaitu BOD, Turbiditas, Ortofosfat dan Kecerahan dan rekomendasi untuk pengelolaan Rawa Kromoleo sebagai berikut:

1. Tingginya nilai BOD pada lokasi penelitian yang melebihi baku mutu air dikarenakan adanya Eceng gondok yang berada pada Rawa Kromoleo yang jumlahnya tidak sedikit dan diduga daun-daun eceng gondok yang telah mati serta organisme yang telah mati dapat meningkatkan nilai BOD, selain itu deterjen dari aktivitas manusia dan residu pupuk dari lahan pertanian di sekitar rawa yang masuk ke dalam perairan juga dapat menyebabkan kadar BOD tinggi. Sebagai rekomendasinya untuk pengurangan kadar BOD di perairan Rawa Kromoleo yaitu dilakukan eradikasi dan pemanfaatan eceng gondok, misalnya eceng gondok bisa digunakan sebagai fitoremediasi dan kerajinan tangan, selain itu dengan pengembangan sanitasi lingkungan agar aktivitas masyarakat seperti MCK terpusat dan tidak mencemari lingkungan perairan oleh limbah cair maupun domestik yang diakibatkan masyarakat, dan juga penerapan pertanian organik di Rawa Kromoleo.
2. Turbiditas tinggi yang diakibatkan oleh partikel tersuspensi dari pembusukan eceng gondok, sedimentasi lumpur dari mata air Rawa Kromoleo, dan sampah domestik yang tersuspensi ke hulu Rawa. Untuk mengurangi nilai turbiditas yang tinggi perlu dilakukan eradikasi dan pemanfaatan eceng gondok, serta dilakukan penanaman tumbuhan riparian lokal yang bertujuan untuk menahan erosi agar lumpur tidak mudah masuk ke dalam perairan. Selain itu juga perlu dilakukan pengelolaan sampah domestik non degradable yang lebih baik.
3. Nilai ortofosfat yang melebihi ambang batas Baku Mutu Air dikarenakan residu pupuk anorganik dari area persawahan Rawa Kromoleo, dan masukan limbah deterjen dari aktivitas MCK masyarakat sekitar. Untuk rekomendasi pengelolannya dengan cara promosi ke masyarakat sekitar Rawa yang memiliki lahan persawahan dengan menciptakan pertanian organik yang ramah lingkungan, hal ini dilakukan untuk menghindari penggunaan pupuk anorganik yang bisa diganti dengan pupuk organik seperti pupuk kompos dan pupuk kandang. Pengembangan sanitasi lingkungan juga perlu dilakukan dengan pembuatan lokasi MCK sehingga aktivitas manusia tidak mencemari lingkungan perairan lagi.
4. Kecerahan yang tidak memenuhi baku mutu air dapat dikarenakan adanya limbah domestik, sampah organik dan sedimentasi lumpur yang terbawa masuk ke perairan. Upaya pengelolannya dengan cara memberikan himbauan kepada masyarakat agar meningkatkan kesadaran untuk tidak membuang sampah sembarangan dan membuang sampah pada tempatnya serta dengan penanaman tumbuhan riparian lokal untuk menahan erosi agar lumpur tidak mudah masuk ke dalam perairan. Penanaman riparian bisa dilakukan di sempadan atau bantaran rawa atau danau yang merupakan

luasan lahan yang mengelilingi dan berjarak tertentu dari tepi badan rawa yang berfungsi sebagai kawasan pelindung rawa atau danau. Berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat RI Nomor 28/PRT/M/2015 Pasal 12 tentang Penetapan Garis Sempadan Sungai dan Garis Sempadan Danau menetapkan bahwa garis sempadan danau paling sedikit berjarak 50 meter dari tepi muka air tertinggi yang pernah terjadi.

Rekomendasi pengelolaan dan pengembangan Rawa Kromoleo di atas perlu dilakukan oleh seluruh masyarakat sekitar baik petani, wisatawan dan orang yang melakukan aktivitas di sekitar Rawa dengan didukung oleh Aparat Desa sebagai pihak penanggung jawab pengelola Rawa. Himbauan dan penyuluhan kepada masyarakat demi terciptanya lingkungan Rawa Kromoleo yang baik perlu dilakukan dengan tegas oleh pengelola Rawa Kromoleo. Sehingga apabila rekomendasi di atas sudah diterapkan dan dalam waktu tertentu dilakukan evaluasi kualitas air Rawa kembali, maka kualitas perairan Rawa Kromoleo akan semakin baik dan layak digunakan untuk pengembangan area wisata yang dapat memberikan dampak positif atau keuntungan kepada masyarakat lokal yang menggantungkan perekonomiannya dengan berjualan atau bekerja di area wisata Rawa Kromoleo, selain itu daya tarik wisatawan terhadap Rawa Kromoleo akan semakin tinggi apabila dilihat dari kondisi ekosistem perairan Rawa Kromoleo yang semakin baik.

