

## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1 Profil Mata Air Kendedes Singosari dan Salurannya**

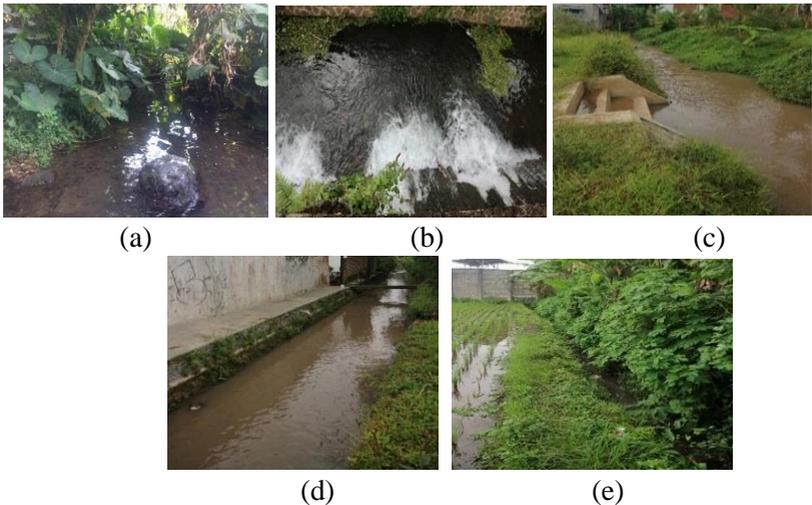
Lokasi tempat pengambilan sampel makroinvertebrata bentos terletak di Mata Air Kendedes dan sepanjang aliran mata air. Karakteristik substrat dan aktivitas manusia di sekitar lokasi tempat pengambilan sampel dapat dilihat di Tabel 5 stasiun 1 terletak di Mata Air Kendedes Desa Kendedes, Kecamatan Singosari, Malang. Pada penelitian ini stasiun 1 digunakan sebagai *reference site*, stasiun 1 memiliki satu sumber yang langsung mengalir menuju kolam yang digunakan untuk irigasi tanaman kangkung dan tanaman lainnya. Pengambilan sampel pada stasiun 1 dan 2 dilakukan pada hari pertama pukul 09.00 WIB dengan kondisi cerah sampai pengambilan sampel selesai. Stasiun 2 terletak 250m dari stasiun 1, stasiun 2 adalah aliran mata air yang sering digunakan masyarakat sekitar untuk mandi, mencuci dan memancing. Stasiun 2 memiliki aliran air yang lebih deras daripada stasiun 1.

Jarak stasiun 3 sekitar 500m dari stasiun 2, terletak di sekitar pemukiman yang didominasi adanya pembuangan sampah rumah tangga dan kakus di beberapa saluran mata air. Pengambilan sampel di stasiun 3 dilakukan pada hari pertama pukul 13.00 WIB dengan kondisi cerah. Stasiun 4 dan 5 berjarak 1km dari stasiun sebelumnya, stasiun 4 dan 5 adalah tempat pembuangan limbah industri pabrik kulit dimana limbah tersebut dibuang secara langsung ke saluran mata air didekat pemukiman warga dan persawahan. Akibat adanya pembuangan limbah pabrik kulit tersebut, kualitas perairan di saluran belakang pabrik tercemar karena tercampur dengan bahan-bahan organik yang dihasilkan. Selain pembuangan limbah industri pabrik kulit, masyarakat juga membuang limbah rumah tangga ke saluran mata air tersebut secara langsung, sehingga kondisi saluran terlihat kotor dan keruh.

Pengambilan sampel stasiun 4 dilakukan pada pukul 15.00 WIB dengan cuaca mendung, selanjutnya untuk pengambilan sampel di stasiun 5 dilakukan pada hari kedua pukul 10.00 WIB, karena kondisi cuaca pada hari pertama hujan lebat yang memungkinkan akan terjadinya perubahan kualitas fisik-kimia perairan dan struktur komunitas makroinvertebrata bentos yang mudah terbawa arus air.

Tabel 5. Tipe substrat dan aktivitas masyarakat di sekitar Mata Air Kendedes dan Salurannya

Lokasi	Aktivitas Masyarakat	Dasar Substrat
Stasiun 1	MCK (mandi, cuci, kakus)	Berbatu, lumpur dan kerikil
Stasiun 2	Mandi, mencuci dan irigasi	Berbatu.
Stasiun 3	Pemukiman warga, pembuangan sampah dan kakus	Berbatu dan lumpur.
Stasiun 4	Pemukiman warga, pembuangan limbah rumah tangga dan limbah pabrik kulit.	Kerikil dan lumpur.
Stasiun 5	Pembuangan limbah pabrik kulit, pembuangan sampah dan saluran irigasi.	Kerikil dan lumpur.



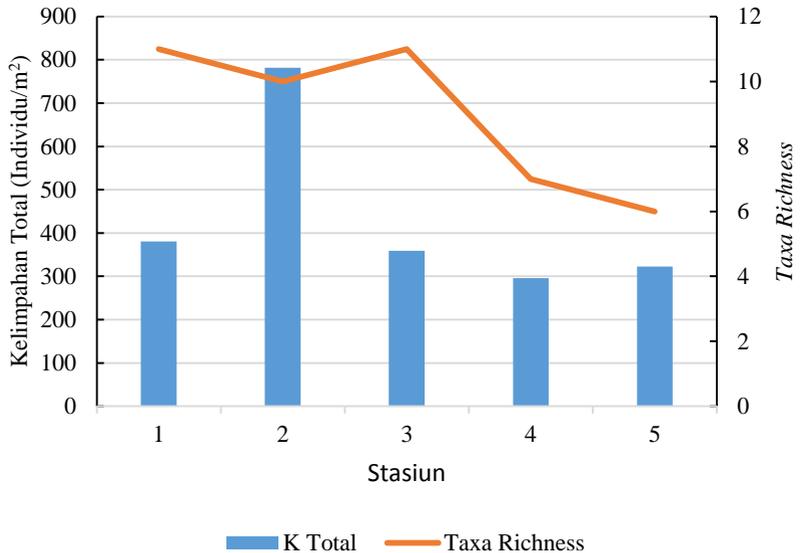
Gambar 3. (a) Stasiun 1 (b) Stasiun 2 (c) Stasiun 3 (d) Stasiun 4 (e) Stasiun 5

## 4.2 Struktur Komunitas Makroinvertebrata Bentos di Mata Air Kendedes dan Salurannya

Kekayaan taksa makroinvertebrata bentos pada Mata Air Kendedes dan salurannya sangat bervariasi. Gambar 4 menunjukkan kekayaan taksa makroinvertebrata bentos yang ditemukan. Kelimpahan total tertinggi terdapat pada stasiun 2, 1 dan 3. Kelimpahan total pada stasiun 2 ditemukan 782 (individu/m<sup>2</sup>) dan 10 taksa makroinvertebrata bentos, stasiun 1 ditemukan kelimpahan total 380 (individu/m<sup>2</sup>) dan 11 taksa makroinvertebrata bentos, stasiun 3 ditemukan 359 (individu/m<sup>2</sup>) dan 11 taksa makroinvertebrata bentos. Kondisi pada stasiun 1 merupakan titik mata air atau *reference site* yang akan mengalir ke stasiun dua dimana stasiun tersebut memiliki aliran cukup deras sehingga makroinvertebrata bentos mudah untuk ditemukan, selain kondisi fisik yang mempengaruhi keberadaan makroinvertebrata bentos, aktivitas warga sekitar masih sedikit dan belum sampai mencemari kondisi mata air. Kondisi pada stasiun 3 cukup tercemar dan memiliki kekeruhan yang cukup tinggi hal tersebut dikarenakan adanya aktivitas pemukiman, pada stasiun 3 ditemukan makroinvertebrata bentos dengan nilai toleran tinggi karena pada saluran tersebut terdapat vegetasi riparian dan memiliki arus yang cukup deras.

Kelimpahan total dan *taxa richness* terendah terdapat pada stasiun 4 dan 5. Stasiun 4 ditemukan 296 (individu/m<sup>2</sup>) dan 7 taksa makroinvertebrata bentos, sedangkan pada stasiun 5 ditemukan 322 (individu/m<sup>2</sup>) dan 6 taksa makroinvertebrata bentos. Stasiun 4 merupakan stasiun yang memiliki nilai kelimpahan total dan *taxa richness* yang rendah, hal tersebut menunjukkan bahwa ekosistem perairan pada stasiun 4 dan 5 tercemar berat, dimana pada stasiun 4 dan 5 banyak ditemukan makroinvertebrata bentos dengan kategori nilai yang toleran terhadap pencemaran air seperti *Melanoides tuberculata*, Lymnaeidae, Lumbricidae, Chironomidae, *Hirudo medicinalis*, Lestidae, Ceratopogonidae, *Melanoides granifera*, Planorbidae, Coenagrioidae, *Gammaridae macrobrachim* dan *Parathelphusa convexa* (Archna dkk, 2015). Makroinvertebrata bentos kategori sensitif ditemukan pada stasiun 1 dan 2 yaitu Baetidae, Caenidae, Hydropsychidae dan Dytiscidae dimana makroinvertebrata tersebut tidak banyak ditemukan di stasiun 3, 4 dan 5. Berkurangnya jumlah makroinvertebrata bentos yang ditemukan pada stasiun 4 dan 5 dapat disebabkan karena telah terjadi pencemaran ekosistem

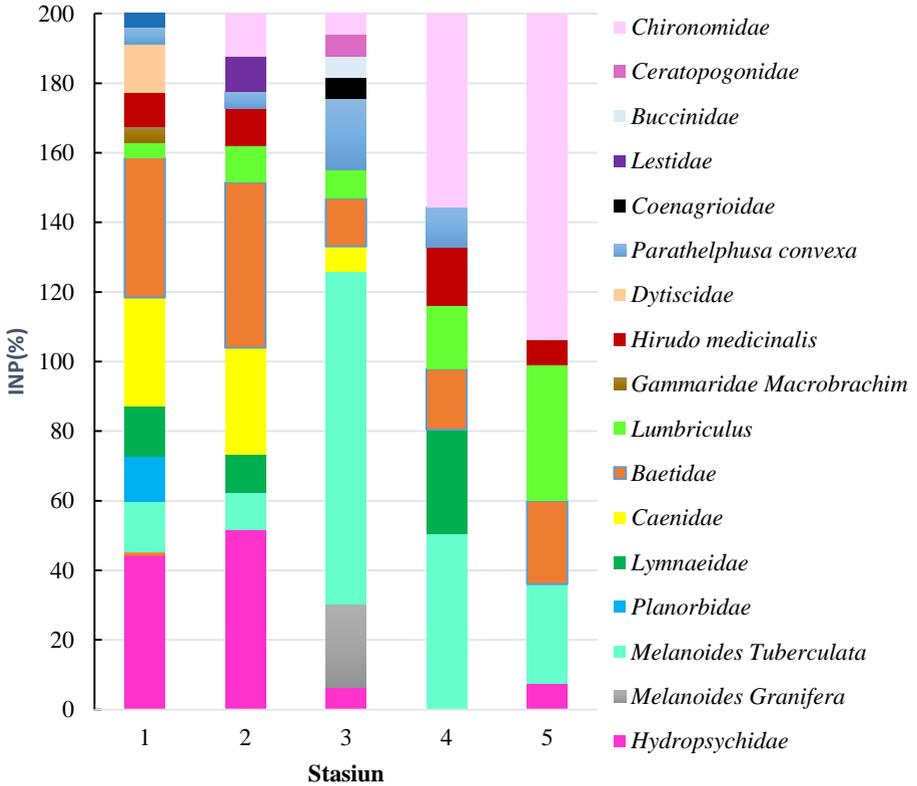
perairan akibat adanya aktivitas manusia yang menyebabkan lingkungan disekitar menjadi tercemar serta kurangnya vegetasi riparian untuk mendukung kehidupan makroinvertebrata bentos dan organisme air yang lainnya.



Gambar 4. Kelimpahan total makroinvertebrata bentos dan taxa richness di Mata Air Kendedes dan salurannya

Gambar 5 menunjukkan nilai dari INP (Indeks Nilai Penting) dari total makroinvertebrata bentos yang ditemukan dari setiap stasiun pengambilan sampel. Stasiun 1 ditemukan kodominasi Hydropsychidae, Baetidae dan Caenidae, dengan nilai INP Hydropsychidae 44,17%, Baetidae 40,19 % dan Caenidae 31,43 % sedangkan nilai INP pada stasiun 2 yaitu Hydropsychidae 51,72 %, Baetidae 47,54 % dan Caenidae 30,66 %. Menurut Hilsenhoff (2010) makroinvertebrata bentos yang memiliki nilai toleran rendah seperti Hydropsychidae, Caenidae, Baetidae dan Dytiscidae adalah kelompok makroinvertebrata bentos yang sangat peka terhadap gangguan pencemaran organik yang ada di habitat sekitarnya. Selain itu Hydropsychidae, Caenidae, Baetidae dan Dytiscidae memiliki jangka

hidup yang cukup panjang sehingga dapat dengan mudah ditemukan di dalam kondisi perairan yang bersih dan tidak memiliki kandungan bahan organik yang tinggi (Spungis & Skuja, 2010).



Gambar 5. INP famili makroinvertebrata bentos di Mata Air Kendedes dan salurannya

Stasiun 1 dan 2 merupakan mata air yang hanya digunakan warga sekitar untuk mandi, irigasi dan kakus, dimana mata air tersebut akan mengalir deras ke stasiun 2 dengan beberapa aktivitas warga, sehingga dapat dikatakan stasiun 1 dan 2 belum tercemar berdasarkan indeks nilai penting dari famili yang ditemukan. Struktur komunitas makroinvertebrata pada stasiun 3 ditemukan kodominasi oleh

*Melanoides tuberculata* dengan INP 95,62 % sedangkan pada stasiun 4 ditemukan kodominasi oleh *Melanoides tuberculata* dan *Chironomidae* dengan INP 50,62 % dan 55,61 %. Stasiun 5 ditemukan kodominasi Chironimidae dengan nilai INP 93,60 %, *Melanoides tuberculata* dan Chironomidae merupakan makroinvertebrata bentos yang bersifat kosmopolitan dan termasuk indikator untuk perairan yang tercemar.

Menurut Gallardo dkk. (2015) Chironomidae dan *Lumbriculus* sp. merupakan jenis makroinvertebrata bentos yang bersifat toleran terhadap pencemaran bahan organik, sehingga makroinvertebrata jenis tersebut dapat dengan mudah ditemukan pada kondisi perairan yang memiliki kandungan bahan organik yang tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa kualitas air di saluran Mata Air Kendedes mulai dari stasiun 3 telah terpengaruh oleh aktivitas manusia (pemukiman, MCK dan pabrik kulit) yang tercermin dari perubahan kualitas air menjadi tercemar sedang sampai berat. Menurut Akpor & Muchie (2010) Makroinvertebrata bentos yang memiliki kepekaan dan bersifat toleran terhadap polusi atau pencemaran yang tinggi dapat bertahan hidup dan beradaptasi dengan kondisi kualitas air yang keruh, kecepatan arus yang cukup lambat dan dan oksigen terlarut yang rendah, serta dasar substrat yang terdapat dikondisi perairan dapat mempengaruhi kehidupan makroinvertebrata bentos.

Perubahan kualitas air dapat dilihat dari kelimpahan dan indeks nilai penting makroinvertebrata bentos. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa dari stasiun 1 - 5 atau pada daerah semakin ke arah hilir maka kualitas air pada saluran Mata Air Kendedes semakin buruk dan tercemar, tercemarnya saluran Mata Air Kendedes ini disebabkan karena aktivitas warga sekitar termasuk pembuangan limbah rumah tangga dan pembuangan limbah industri pabrik kulit yang dibuang secara langsung ke dalam saluran Mata Air Kendedes tanpa proses pengolahan terlebih dahulu. Hal ini dibuktikan dengan ditemukannya jenis makroinvertebrata bentos yang bersifat toleran pada stasiun 3, 4 dan 5. Tabel 6. merupakan klasifikasi makroinvertebrata bentos yang ditemukan di lima stasiun di Mata Air Kendedes dan salurannya.

Tabel 6. Makroinvertebrata bentos yang ditemukan di Mata Air Kendedes dan Salurannya

Kelas	Ordo	Famili	Spesies
Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	<i>Baetis</i> sp.
		Caenidae	<i>Caenis</i> sp.
	Trichoptera	Hydropsychidae	<i>Hydropsyche</i> sp.
	Diptera	Ceratopogonidae	<i>Bezzia</i> sp.
		Chironomidae	<i>Chironomus</i> sp.
Odonata	Coenagrioidae	<i>Argia</i> sp.	
Mollusca	Gastropoda	Lestidae	<i>Lestes</i> sp.
		Thiaridae	<i>Melanoides granifera</i> sp.
			<i>Melanoides tuberculata</i> sp.
		Planorbidae	<i>Gyraulus</i> sp.
		Lymnaidae	<i>Lymnaea</i> sp.
		Buccinidae	<i>Anantome helena</i> sp.
Oligochaeta	Haplotaxida	Lumbricidae	<i>Lumbriculus</i> sp.
Crustacea	Decapoda	Gammaridae	<i>Gammaridae</i>
			<i>Macrobrachium</i> sp.

#### 4.3 Kualitas Air di Mata Air Kendedes dan Salurannya Berdasarkan Beberapa Indeks Biotik dari Makroinvertebrata Bentos

Indeks biotik merupakan nilai dalam bentuk penilaian yang dibuat atas dasar tingkat toleransi organisme atau kelompok organisme terhadap pencemaran. Indeks tersebut juga memperhitungkan keragaman organisme dengan mempertimbangkan kelompok - kelompok tertentu dalam kaitannya dengan tingkat pencemaran. Berikut adalah beberapa indeks yang digunakan sebagai bioindikator

untuk mengetahui perubahan kualitas air di Mata Air Kendedes dan salurannya.

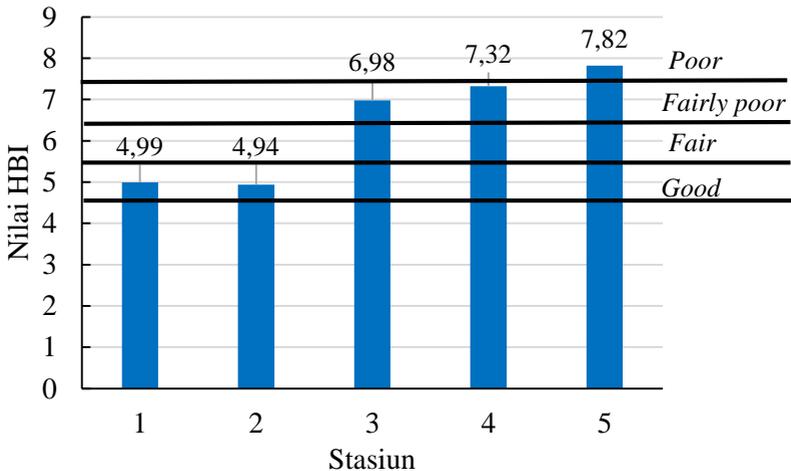
### **A. *Hilsenhoff Biotic Index (HBI)***

Nilai *Hilsenhoff Biotic Index (HBI)* merupakan salah satu indeks biotik dari makroinvertebrata bentos yang digunakan untuk mengetahui tingkat pencemaran bahan organik suatu perairan (Mandaville, 2002). Hasil perhitungan nilai HBI lokasi penelitian dari stasiun satu sampai stasiun lima dapat dilihat pada Gambar 6 berdasarkan nilai HBI yang diperoleh, pada stasiun 1 dan 2 tergolong memiliki kualitas air yang baik (*Good*) dengan nilai antara 4,94 – 4,99. Pada stasiun 1 dan 2 banyak ditemukan organisme Caenidae, Baetidae, Dytiscidae dan Hydropsychidae yang memiliki nilai sensitif terhadap pencemaran bahan organik dengan nilai toleransi 0-4. Hal tersebut menunjukkan bahwa kualitas air di stasiun 1 dan 2 belum tercemar dan tergolong baik, stasiun 1 dan 2 terletak di bagian hulu dan sering dimanfaatkan warga sekitar untuk irigasi, mandi dan mencuci. Stasiun 1 dan 2 memiliki nilai HBI yang lebih rendah dari stasiun yang lain, karena semakin rendah nilai HBI maka semakin bagus kondisi atau kualitas perairan tersebut.

Stasiun 3 memiliki kualitas air yang cukup buruk (*Fairly poor*) hal tersebut dapat dilihat dari nilai HBI pada stasiun 3 yaitu memiliki nilai HBI 6,98 bahwa dapat dikatakan saluran pada stasiun 3 cukup buruk, kondisi perairan stasiun 3 terletak di dekat pemukiman warga dan sering dimanfaatkan warga sekitar untuk membuang limbah rumah tangga dan kakus. Makroinvertebrata bentos yang ditemukan di stasiun 3 adalah makroinvertebrata bentos yang memiliki nilai toleran tinggi terhadap pencemaran perairan, dengan nilai toleran 7, yaitu *Melanoides tuberculata*, *Melanoides granifera*, dan Planorbidae. Pada stasiun 4 dan 5 memiliki nilai HBI 7,32 dan 7,82 nilai HBI pada stasiun 4 dan 5 menunjukkan kualitas air yang buruk (*Poor*), hal tersebut disebabkan karena pada stasiun 4 dan 5 terdapat aktivitas pembuangan limbah industri pabrik kulit dan limbah rumah tangga sehingga banyak ditemukan organisme yang memiliki nilai toleran tinggi terhadap pencemaran, dengan nilai toleransi 6-10, yaitu *Melanoides tuberculata*, *Melanoides granifera*, *Parathelphusa convexa*, *Hirudo medicinalis*, Chironomidae, Lumbriculus, Lymnaeidae, Coenagrioidae dan Lestidae. Dampak dari aktivitas masyarakat dan adanya pembuangan limbah industri pabrik kulit dapat

menimbulkan pencemaran bahan organik yang tinggi dan menyebabkan organisme sensitif tidak bisa hidup di stasiun 3 – 5.

Berdasarkan dari nilai HBI yang diperoleh, dapat disimpulkan bahwa kondisi Mata Air Kendedes semakin ke hilir semakin buruk dan telah terjadi penurunan kualitas air, sehingga makroinvertebrata bentos yang memiliki nilai toleran rendah sebagai bioindikator kualitas perairan bersih tidak bisa hidup di bagian hilir saluran mata air. Hal ini dibuktikan dengan nilai HBI yang meningkat di stasiun yang semakin jauh dari mata air.

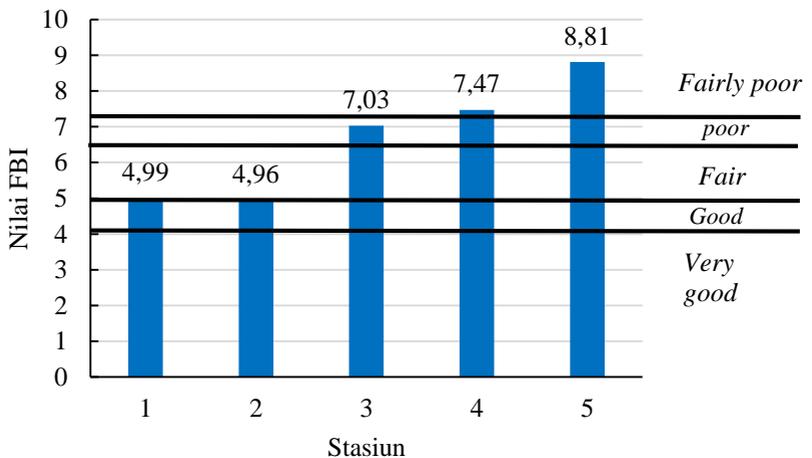


Gambar 6. Kualitas air di Mata Air Kendedes dan salurannya berdasarkan nilai HBI dari makroinvertebrata bentos

### B. Family Biotic Index (FBI)

Nilai *Family Biotic Index* (FBI) merupakan salah satu indeks biotik dari makroinvertebrata bentos yang digunakan untuk mengetahui tingkat pencemaran suatu perairan berdasarkan famili (Mandaville, 2002). Hasil perhitungan nilai FBI di lokasi penelitian dari stasiun 1 - 5 dapat dilihat pada Gambar 7 nilai FBI dari makroinvertebrata bentos yang ditemukan pada stasiun 1 dan 2 memiliki nilai FBI antara 4,99 – 4,96 hal tersebut menunjukkan bahwa kualitas air dari stasiun 1 dan 2 memiliki kualitas air yang baik (*Good*) dan belum tercemar oleh bahan

organik. Makroinvertebrata bentos yang ditemukan di stasiun 1 dan 2 adalah golongan makroinvertebrata bentos yang memiliki nilai toleran yang rendah berdasarkan nilai FBI yaitu 0 – 4, seperti Baetidae, Caenidae, Dytiscidae dan Hydropsychidae, makroinvertebrata bentos tersebut dapat hidup di lingkungan perairan yang bersih, dan sangat sensitif terhadap perubahan kualitas perairan atau pencemaran yang terjadi, sehingga dapat dikatakan jika kondisi perairan tersebut mengalami pencemaran organik, maka makroinvertebrata dengan nilai toleran yang rendah tidak bisa hidup di perairan tersebut atau mati (Ojija & Laizer, 2016).



Gambar 7. Kualitas air di Mata Air Kendedes dan salurannya berdasarkan nilai FBI dari makroinvertebrata bentos

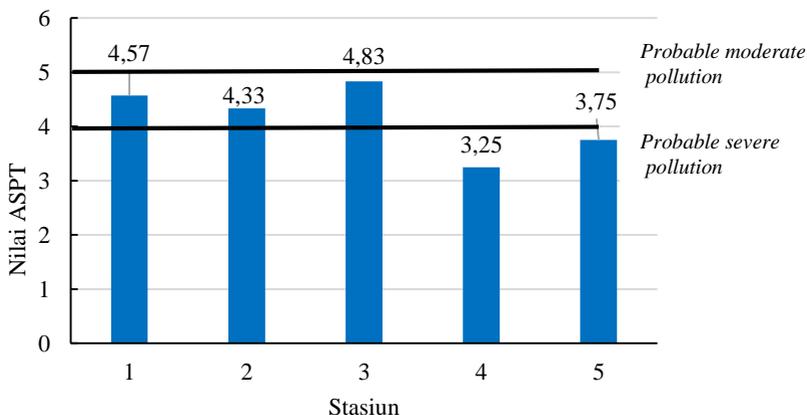
Pada stasiun 3 memiliki nilai FBI 7,03 yaitu buruk (*Poor*) kondisi perairan di stasiun 3 dekat dengan pemukiman warga dan sering dimanfaatkan warga sekitar untuk membuang limbah rumah tangga dan kakus, hal tersebut dapat mempengaruhi kehidupan organisme makroinvertebrata bentos yang ada. Makroinvertebrata bentos yang ditemukan pada stasiun 3 adalah *Melanoides tuberculata*, *Melanoides granifera*, *Parathelphusa convexa*, Lymnaeidae, *Hirudo medicinalis* dan Coenagrioidae. Stasiun 4 dan 5 memiliki nilai FBI antara 7,47 – 8,81 hal tersebut menunjukkan bahwa kualitas air distasiun 4 dan 5

memiliki kualitas air yang sangat buruk (*Very poor*) karena telah tercemar oleh limbah rumah tangga, dan limbah industri pabrik kulit yang dibuang langsung ke saluran mata air, sehingga menimbulkan banyak bahan organik dan toksik yang terkandung di stasiun 4 dan 5. Pada stasiun 4 dan 5 banyak ditemukan Chironomidae, *Parathelphusa convexa*, Lumbriculus, Planorbidae dan Lestidae. Makroinvertebrata tersebut memiliki nilai toleransi yang tinggi terhadap pencemaran air yaitu 5 – 10 sehingga dapat hidup pada kondisi perairan yang mengandung bahan organik yang tinggi atau kondisi yang buruk (Mandaville, 2002).

### **C. Average Score per Taxa (ASPT)**

Nilai ASPT merupakan nilai rata-rata skor tiap taksa makroinvertebrata bentos yang ditemukan pada setiap stasiun pengambilan sampel di mata air kenedes dan salurannya, serta penggolongan kualitas air berdasarkan nilai ASPT. Berdasarkan hasil perhitungan nilai ASPT Gambar 8 pada stasiun 1, 2 dan 3 memiliki kualitas air yang tercemar sedang (*Probable moderate pollution*) dengan nilai ASPT <6, famili yang ditemukan di stasiun 1 adalah Baetidae, Caenidae, Hydropsycidae, Trichoptera, Lymnaeidae dan Dytiscidae, terjadinya pencemaran ringan di stasiun 1, 2 dan 3 dikarenakan adanya aktivitas warga seperti, mencuci baju, mandi, kakus dan irigasi sehingga bahan organik yang terbuang akan masuk ke dalam aliran mata air.

Pada stasiun 4 dan 5 memiliki nilai ASPT <4 sehingga stasiun 4 dan 5 tergolong stasiun yang tercemar berat (*Probable severe pollution*), famili yang banyak ditemukan di stasiun 4 dan 5 adalah famili yang memiliki nilai toleran tinggi terhadap pencemaran air yaitu Thiaridae, Lumbricidae, Crustacea, Mollusca, Chironomidae dan Ceratopogonidae.



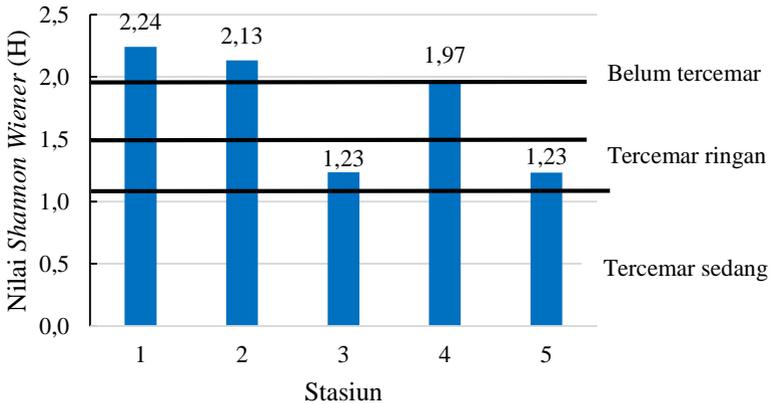
Gambar 8. Kualitas air di Mata Air Kendedes dan salurannya berdasarkan nilai ASPT dari makroinvertebrata bentos

Menurut Kani & Murugesan (2014) berkurangnya makroinvertebrata bentos dengan nilai toleran yang rendah dapat disebabkan akibat adanya aktivitas manusia di lingkungan sekitarnya seperti pembuangan limbah rumah tangga, MCK (mandi, cuci, kakus) serta jenis substrat perairan dan kurang adanya vegetasi riparian di sekitar perairan, sehingga pembuangan limbah yang dilakukan secara langsung dapat menimbulkan adanya bahan organik dan sedimen yang mengendap di dasar saluran lebih banyak.

#### D. Indeks Diversitas *Shannon Wiener* (H)

Nilai Indeks diversitas *Shannon Wiener* (H) merupakan salah satu nilai indeks biotik dari makroinvertebrata bentos yang digunakan untuk mengetahui tingkat pencemaran bahan toksik di suatu perairan (Mandaville, 2002). Hasil perhitungan nilai *Shannon Wiener* (H) pada lokasi penelitian dari stasiun 1 - 5 dapat dilihat pada Gambar 9. Berdasarkan Gambar 9 nilai indeks diversitas *Shannon Wiener* makroinvertebrata bentos diketahui bahwa stasiun 1 dan 2 memiliki kondisi perairan yang belum tercemar, karena stasiun 1 memiliki nilai diversitas *Shannon Wiener* di atas 2 yaitu dengan nilai H 2,24 dan stasiun 2 memiliki nilai H 2,13. Hal tersebut dikarenakan kondisi perairan di stasiun 1 dan 2 memiliki aktivitas lingkungan yang cukup

sedikit serta banyaknya riparian dan substrat bebatuan di sekitar perairan, sehingga dapat mendukung pertumbuhan makroinvertebrata bentos dengan baik.



Gambar 9. Kualitas air di Mata Air Kendedes dan salurannya berdasarkan nilai *Shannon Wiener* (H) dari makroinvertebrata bentos

Pada stasiun 3 memiliki nilai H 1,23 yaitu tercemar ringan, kondisi stasiun 3 lebih baik dari stasiun 4 dan 5 karena vegetasi riparian di stasiun 3 lebih banyak daripada di stasiun 4 dan 5, lokasi stasiun 3 terletak di pemukiman warga dan dimanfaatkan sebagai pembuangan limbah rumah tangga dan kakus, sehingga memungkinkan pencemaran toksik yang dihasilkan limbah rumah tangga tersebut tinggi dan mempengaruhi kehidupan makroinvertebrata bentos. Stasiun 4 dan 5 memiliki kondisi perairan yang tercemar sedang dengan nilai indeks diversitas *Shannon Wiener* di bawah 2 yaitu 1,97 dan 1,23. Nilai H pada stasiun 3, 4 dan 5 kurang dari 2 dikarenakan kondisi pada stasiun 3, 4 dan 5 dimanfaatkan warga untuk pembuangan limbah industri pabrik kulit dan limbah rumah tangga, limbah tersebut mengandung bahan kimia yang toksik dan dapat membunuh organisme dalam air.

Menurut Yapoga *et al.*, (2013) tingginya nilai H dapat disebabkan karena adanya bahan toksik akibat adanya berbagai macam jenis limbah yang terkandung di dalam perairan sehingga dapat terjadi

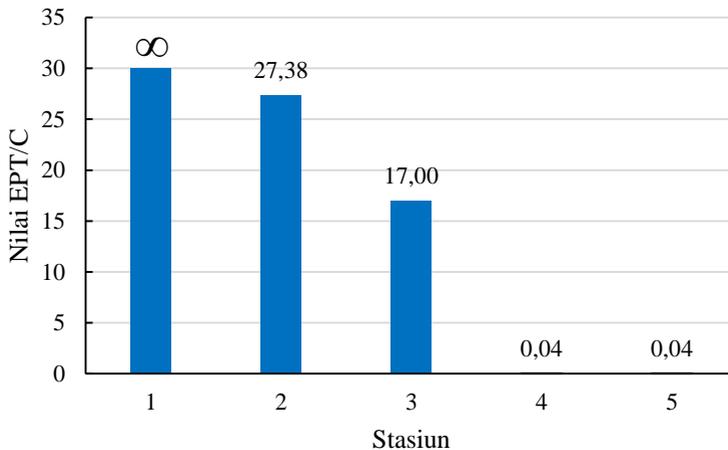
penurunan substansial dan jumlah oksigen terlarut semakin menurun, serta organisme makroinvertebrata bentos yang memiliki nilai toleran rendah.

### **E. Perbandingan Kelimpahan Taksa Ephemeroptera, Plecoptera dan Trichoptera dengan Chironomidae (EPT/C)**

Kelimpahan EPT dan Chironomidae (EPT/C) menunjukkan keseimbangan komunitas organisme, karena EPT dianggap lebih sensitif dan Chironomidae kurang peka terhadap tekanan lingkungan (Mandaville, 2002). Hasil perhitungan indeks EPT/C dapat dilihat pada Gambar 10 nilai kelimpahan taksa Ephemeroptera, Plecoptera dan Trichoptera pada stasiun 1 memiliki hasil tak terhingga, yaitu pada stasiun 1 memiliki lebih banyak organisme EPT dibandingkan dengan organisme Chironomidae. Pada stasiun 2 memiliki nilai EPT 27,38 kedua stasiun tersebut memiliki kondisi perairan yang bagus, karena banyak organisme yang ditemukan di Mata Air Kendedes adalah famili dari Ephemeroptera dan Trichoptera. Menurut Kani & Murugesan (2014) hal tersebut menunjukkan bahwa perairan yang memiliki nilai EPT/C tinggi mendukung adanya pertumbuhan makroinvertebrata bentos dengan baik karena pada sekitar mata air tersebut juga terdapat riparian yang memungkinkan adanya pertumbuhan organisme yang tinggi.

Stasiun 3, 4 dan 5 memiliki nilai EPT lebih rendah dari stasiun 1 dan 2, hal tersebut mengindikasikan bahwa kualitas perairan di stasiun 3 tercemar ringan karena adanya aktivitas pembuangan limbah rumah tangga dan kakus, dengan hasil EPT/C 17,00, sedangkan nilai EPT/C stasiun 4 dan 5 memiliki 0,04. Nilai EPT/C stasiun 4 dan 5 lebih rendah dikarenakan pada stasiun 4 dan 5 terdapat aktivitas pembuangan limbah industri pabrik kulit dan limbah rumah tangga. Pada stasiun 3 ditemukan *Melanoides tuberculata* dan *Melanoides granifera*, sedangkan pada stasiun 4 dan 5 ditemukan Chironomidae, Lumbricidae, *Melanoides tuberculata*, *Melanoides granifera*, Lymnaeidae, organisme tersebut memiliki nilai toleran yang tinggi terhadap pencemaran kondisi perairan, sehingga organisme tersebut dapat hidup di kondisi perairan yang buruk meskipun perairan tersebut tercemar berat. Hal tersebut terjadi karena faktor lingkungan pada stasiun 4 dan 5 memiliki sedikit vegetasi riparian dan banyaknya aktivitas penduduk sekitar yang memicu terjadinya pencemaran serta pembuangan limbah industri pabrik kulit yang terjadi di saluran mata

air, sehingga tidak mendukung kehidupan organisme makroinvertebrata bentos yang memiliki nilai toleran rendah untuk hidup di perairan tersebut.



Gambar 10. Kualitas air di Mata Air Kendedes dan salurannya berdasarkan nilai EPT/C dari makroinvertebrata bentos

### F. Kategori Kualitas Air di Mata Air Kendedes dan Salurannya Berdasarkan Beberapa Nilai Indeks Biotik

Nilai indeks biotik dari HBI, FBI, ASPT dan H (*Shannon Wiener*) dan kualitas air disetiap stasiun yang dihitung dalam penelitian ini berdasarkan pengelompokan masing-masing stasiun dapat dilihat di Tabel 7. Berdasarkan Tabel 7 dapat dijelaskan bahwa semakin jauh dari mata air, maka kualitas air semakin menurun, hal tersebut dapat dilihat dari makroinvertebrata bentos yang ditemukan dan parameter fisik-kimia air dari hulu sampai hilir mata air. Penurunan kualitas air diakibatkan oleh akumulasi aktivitas manusia di sekitarnya yang pada umumnya dimanfaatkan sebagai mandi, mencuci baju, MCK dan pembuangan limbah industri pabrik kulit pada bagian hilir mata air, sehingga dapat menyebabkan perairan

tersebut memiliki kandungan organik yang tinggi dan mempengaruhi kehidupan ekosistem di sekitarnya.

Pada bagian hulu stasiun 1 dan 2 memiliki kualitas perairan yang masih tergolong bagus dan belum terjadi pencemaran, sehingga banyak organisme makroinvertebrata bentos yang memiliki nilai toleran rendah hidup di stasiun 1 dan 2, serta kehidupan makroinvertebrata bentos pada stasiun 1 dan 2 didukung oleh banyaknya riparian di sekitar mata air serta dasar substrat pada saluran mata air didominasi oleh bebatuan. Jumlah taksa dan kekayaan spesies individu tercatat paling tinggi di stasiun paling hulu dan menurun saat mengalir ke hilir. Hal ini diyakini karena komposisi substrat perairan hilir memiliki jumlah bahan organik yang lebih tinggi daripada hulu. Menurut Melo dkk. (2015) adanya bahan organik di lingkungan perairan akan mengakibatkan organisme makroinvertebrata bentos yang memiliki nilai toleran rendah tidak mampu berkembangbiak pada kondisi perairan yang mengandung bahan organik yang tinggi dan oksigen terlarut yang rendah.

Tabel 7. Nilai indeks biotik dan kualitas air di setiap stasiun

St.	Nilai Indeks Biotik dan Kualitas Air				Kualitas Air
	HBI	FBI	ASPT	H	
1.	4,99 Baik	4,99 Baik	4,57 Tercemar ringan	2,24 Belum Tercemar	Air bersih
2.	4,94 Baik	4,96 Baik	4,33 Tercemar ringan	2,13 Belum Tercemar	Air bersih
3.	6,98 Jelek	7,03 Buruk	4,83 Tercemar ringan	1,23 Tercemar Berat	Air tercemar sedang
4.	7,32 Buruk	7,47 Sangat Buruk	3,25 Tercemar berat	1,97 Tercemar Berat	Air tercemar berat.
5.	7,82 Buruk	8,81 Sangat Buruk	3,75 Tercemar berat	1,23 Tercemar Berat	Air tercemar berat

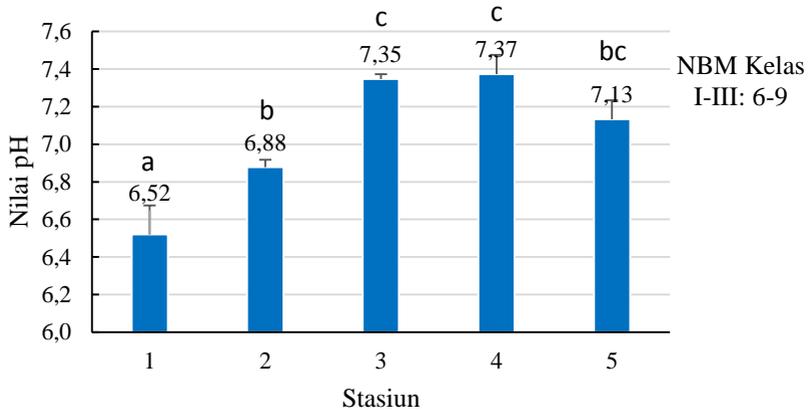
## **4.4 Kualitas Fisik-kimia Air di Mata Air Kendedes dan Salurannya**

Kualitas ekosistem perairan selain ditentukan dengan parameter biologis, dapat juga ditentukan dengan parameter fisik-kimia air yang meliputi pH, suhu, konduktivitas, DO (mg/L), turbiditas, BOD, kecepatan arus dan debit.

### **4.4.1 Nilai pH**

Nilai pH pada semua stasiun telah memenuhi nilai baku mutu Nomor 82 tahun 2001 yaitu golongan air kelas I – III yang memiliki nilai baku mutu 6 – 9. Air kelas I adalah air yang dapat digunakan untuk baku air minum, air kelas II dan III adalah air yang dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi, pembudidayaan ikan air tawar, dan mengairi pertanaman (BLH, 2010). Gambar 11 menunjukkan nilai pH dari semua stasiun, berdasarkan hasil uji ANOVA nilai pH pada stasiun 1 – 5 memiliki beda nyata, hal tersebut disebabkan karena pengaruh faktor lingkungan yang berbeda-beda di setiap stasiun. Nilai pH yang bagus adalah tidak melebihi baku buku mutu yaitu 6 – 9.

Menurut Muhammad dkk. (2015) tinggi rendahnya pH pada perairan disebabkan oleh padatan yang tersuspensi di dalam air, adanya proses dekomposisi bahan organik di dasar perairan. Secara alamiah, pH perairan dipengaruhi oleh konsentrasi karbondioksida (CO<sub>2</sub>) dan senyawa bersifat asam. Air dengan pH kurang dari 4,8 atau lebih dari 9,2 dapat memberikan dampak yang berbahaya bagi kehidupan organisme akuatik. Sebagian besar organisme akuatik memilih hidup pada air dengan kisaran pH antara 6,5 dan 8,4 (Perlman, 2016).

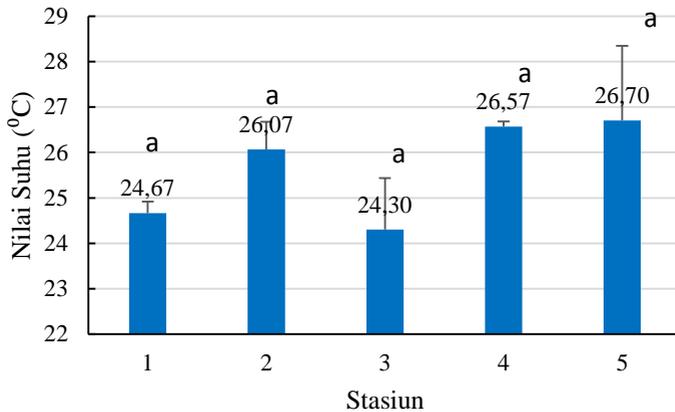


Gambar 11. Nilai pH di setiap stasiun. Notasi yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji ANOVA dilanjutkan dengan Tukey HSD  $\alpha 0.05$

NBM : Nilai Baku Mutu (PP No. 82 tahun 2001)

#### 4.4.2 Nilai Suhu ( $^{\circ}\text{C}$ )

Nilai suhu menjadi salah satu faktor ekologi yang berhubungan dengan ketinggian dan musim, suhu juga dapat dipengaruhi oleh cahaya yang masuk dalam perairan, luas permukaan perairan dan vegetasi yang ada di sekitar perairan (Akpor & Muchie, 2010). Berdasarkan Gambar 12 nilai suhu rata – rata berkisar antara  $24.67 - 26.70^{\circ}\text{C}$ . Nilai suhu pada semua stasiun masih memenuhi standar baku mutu kondisi perairan tropis (Perlman, 2016). Berdasarkan hasil uji ANOVA stasiun 1 – 5 tidak memiliki beda nyata. Menurut Hussain & Pandit (2012) makroinvertebrata bentos dapat hidup pada suhu tertentu, suhu dapat dikatakan sebagai pembatas yang mempengaruhi distribusi kehidupan makroinvertebrata bentos, selain itu suhu juga mempengaruhi pola munculnya organisme makroinvertebrata bentos, yaitu tingkat pertumbuhan dan metabolisme, karena jika suhu di perairan semakin tinggi maka dapat mempengaruhi pertumbuhan organisme dalam air.



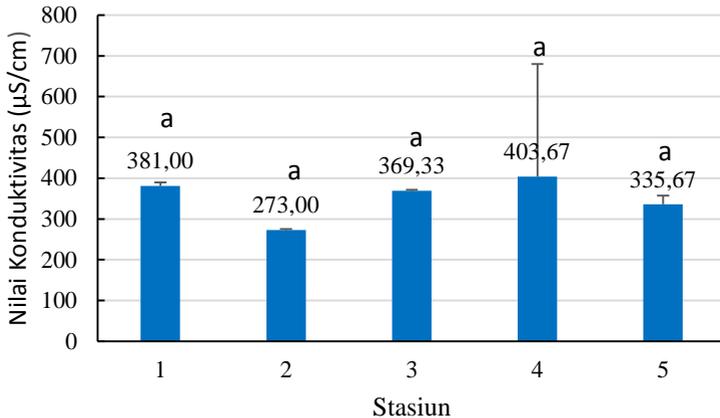
Gambar 12. Nilai suhu di setiap stasiun. Notasi yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji ANOVA dilanjutkan dengan Tukey HSD  $\alpha$ 0.05

#### 4.4.3 Nilai Konduktivitas ( $\mu\text{S/cm}$ )

Nilai konduktivitas di perairan alami merupakan ukuran normal kemampuan air untuk menghantarkan arus listrik, yang mana kebanyakan dipengaruhi oleh padatan terlarut seperti natrium klorida dan kalium klorida dalam air yang menentukan nilai konduktivitas dalam air (Hanif, 2015). Berdasarkan Gambar 13 nilai konduktivitas tertinggi berada pada stasiun 4 dan 1 yaitu 403,67 ( $\mu\text{S/cm}$ ) dan 381,00 ( $\mu\text{S/cm}$ ) sedangkan nilai konduktivitas terendah berada pada stasiun 2 yaitu 273 ( $\mu\text{S/cm}$ ). Berdasarkan hasil uji ANOVA nilai konduktivitas dari stasiun 1 - 5 tidak memiliki beda nyata. Nilai konduktivitas tinggi mengindikasikan bahwa nilai ion yang dihasilkan pada stasiun tersebut tinggi, nilai konduktivitas dipengaruhi juga oleh padatan terlarut yang ada di dalam aliran air. Nilai konduktivitas terendah berada pada stasiun 2 yaitu 273 ( $\mu\text{S/cm}$ ), hal tersebut menunjukkan bahwa nilai padatan terlarut atau bahan organik pada stasiun 2 tidak terlalu tinggi.

Menurut standar WHO nilai konduktivitas tidak boleh melebihi 400 ( $\mu\text{S/cm}$ ) (Mohsin dkk, 2013) pada stasiun 1 dan 4 memiliki nilai konduktivitas tertinggi yaitu lebih dari 400 ( $\mu\text{S/cm}$ ) hal tersebut dikarenakan adanya faktor lingkungan pada stasiun 1 sering digunakan warga untuk MCK, dan mencuci baju sedangkan pada stasiun 4 digunakan untuk proses pembuangan limbah industri kulit.

Nilai konduktivitas tertinggi mengindikasikan bahwa terdapat bahan organik dan padatan terlarut yang tinggi di dalam air, sehingga dapat mempengaruhi pertumbuhan organisme dalam air.



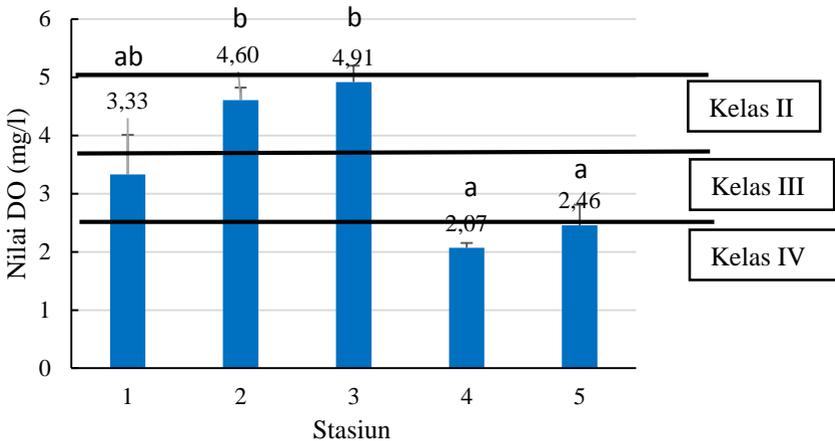
Gambar 13. Nilai konduktivitas di setiap stasiun. Notasi yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji ANOVA dilanjutkan dengan Tukey HSD  $\alpha 0.05$

#### 4.4.4 Nilai DO (mg/l)

Nilai DO pada stasiun 1 - 3 memenuhi baku mutu Nomor 82 tahun 2001 dan digolongkan pada air kelas II dan III sedangkan nilai DO pada stasiun 4 dan 5 digolongkan pada air kelas IV, nilai baku mutu pada DO adalah 3 – 6 (mg/l). Air kelas II dan III adalah air yang dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi, pembudidayaan ikan air tawar, dan mengairi pertanian, sedangkan air kelas IV adalah air yang peruntukannya untuk mengairi pertanian, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut (BLH, 2010). Gambar 14 menunjukkan nilai DO (*Dissolved Oxygen*) tertinggi terdapat pada stasiun 3 dan 2 yaitu 4,91 (mg/l) dan 4,60 (mg/l) sedangkan nilai DO terendah berada pada stasiun 4 yaitu 2,07 (mg/l).

Tinggi rendahnya DO dapat disebabkan oleh adanya pertumbuhan alga yang berlebihan karena jika alga mengalami kematian maka dapat mengakibatkan proses dekomposisi yang akan menghabiskan oksigen

di dalam perairan, proses dekomposisi disebut *Carbonaceous Biochemical Oxygen Demand* (CBOD) jika air memiliki tingkat nilai DO yang tinggi dan relatif stabil, biasanya dianggap sebagai ekosistem yang sehat, yang mampu mendukung banyak jenis organisme air untuk hidup. Tingkat DO yang rendah biasanya disebabkan oleh dampak aktivitas yang dilakukan di sekitar ekosistem perairan (Muchie & Akpor, 2010).

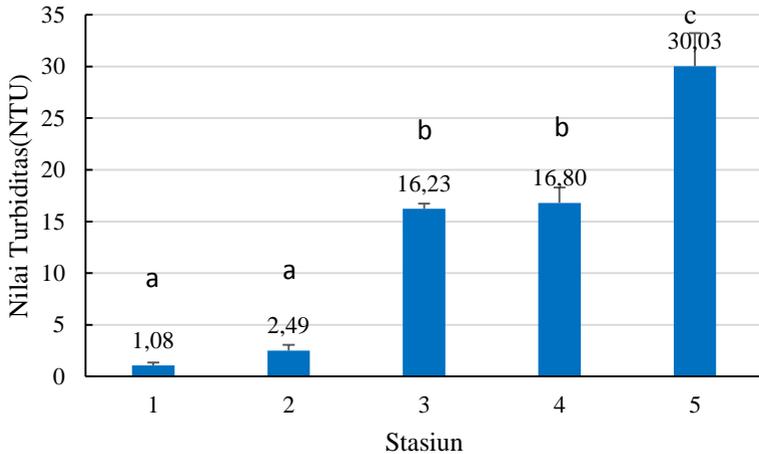


Gambar 14. Nilai DO (mg/L) di setiap stasiun. Notasi yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji ANOVA dilanjutkan dengan Tukey HSD  $\alpha$ 0.05

#### 4.4.5 Nilai Turbiditas (NTU)

Berdasarkan Gambar 15 nilai turbiditas terendah berada pada stasiun 1 yaitu 1,08 NTU sedangkan nilai turbiditas tertinggi terdapat pada stasiun 5 yaitu 30,03 NTU. Berdasarkan hasil uji ANOVA dan dilanjutkan dengan uji Tukey HSD nilai turbiditas memiliki beda nyata antar stasiun. Menurut Perlman (2016) nilai turbiditas semakin ke hilir semakin memiliki nilai kekeruhan yang tinggi. Hal ini disebabkan banyaknya partikel yang tersuspensi dalam air, semakin banyak partikel yang tersuspensi dalam air semakin sulit bagi cahaya untuk menembus air sehingga semakin tinggi tingkat kekeruhan dalam air. Kekeruhan yang terjadi pada stasiun 3, 4 dan 5 disebabkan karena adanya pembuangan limbah organik dan anorganik yang dibuang

langsung ke saluran perairan oleh warga sekitar, sehingga cahaya susah untuk menembus perairan sehingga tidak terjadi fotosintesis dan oksigen semakin rendah.



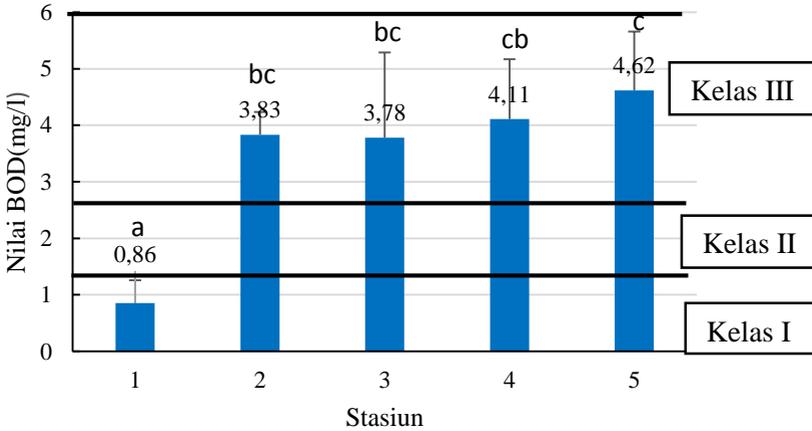
Gambar 15. Nilai turbiditas di setiap stasiun. Notasi yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji ANOVA dilanjutkan dengan Tukey HSD  $\alpha 0.05$

#### 4.4.6 Nilai BOD (mg/l) (*Biochemical Oxygen Demand*)

Berdasarkan Gambar 16 nilai BOD stasiun 1 - 5 tidak melebihi nilai baku mutu Nomor 82 tahun 2001, nilai BOD tergolong pada air kelas I – III, nilai baku mutu BOD yaitu 2 - 12. Air kelas I adalah air yang dapat digunakan untuk baku air minum, air kelas II dan III adalah air yang dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi, pembudidayaan ikan air tawar, dan mengairi pertanian (BLH, 2010). Berdasarkan hasil uji ANOVA dan dilanjutkan dengan uji Tukey HSD nilai BOD memiliki beda nyata antar stasiun.

Pada stasiun 1 memiliki nilai BOD yang lebih rendah yaitu 0,86 (mg/l) hal tersebut dikarenakan pada stasiun 1 terdapat lebih banyak vegetasi riparian sehingga dapat menambah produksi oksigen untuk perairan, pada stasiun 4, dan 5 memiliki nilai BOD yang tinggi yaitu 4,11 (mg/l) dan 4,62 (mg/l) hal tersebut disebabkan karena stasiun 4 dan 5 terdapat aktivitas pemukiman yang dimana warga membuang

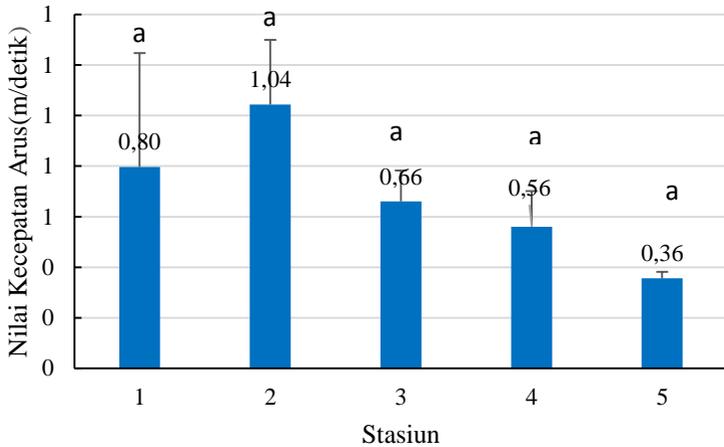
limbah rumah tangga langsung pada saluran mata air, selain itu terdapat juga pembuangan limbah industri kulit yang dibuang secara langsung di saluran mata air tanpa adanya proses pengolahan, yang dapat menyebabkan terjadinya penumpukan padatan tersuspensi yang tinggi dan mempengaruhi nilai kualitas air.



Gambar 16. Nilai BOD di setiap stasiun. Notasi yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji ANOVA dilanjutkan dengan Tukey HSD  $\alpha$  0.05

#### 4.4.7 Kecepatan Arus (m/detik)

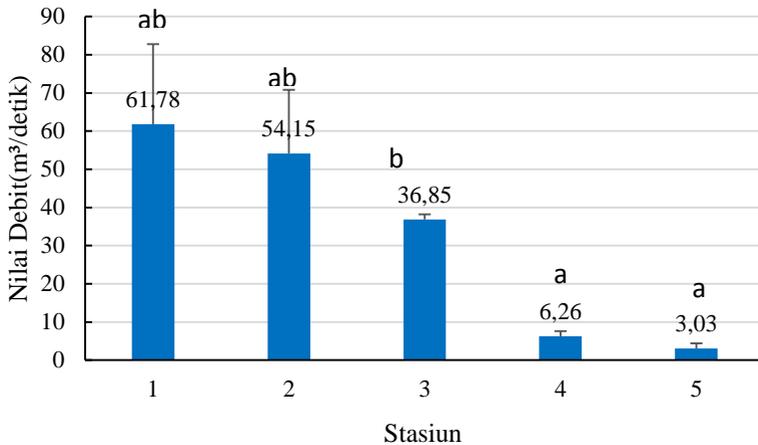
Berdasarkan Gambar 17 nilai kecepatan arus berdasarkan hasil uji ANOVA dan dilanjutkan dengan uji Tukey HSD memiliki beda nyata antar stasiun. Nilai kecepatan arus tertinggi terdapat pada stasiun 2 dan 1 yaitu 1,04 dan 0,80 (m/detik) pada stasiun 2 tidak terdapat banyak substrat yang menghalangi sehingga arus di stasiun 2 sangat tinggi, sedangkan kecepatan arus terendah terdapat pada stasiun 5 dan 4 yaitu 0,36 dan 0,56 (m/detik) pada stasiun 5 dan 4 terdapat banyak substrat yang menghalangi kecepatan aru, pada stasiun tersebut kondisi saluran cenderung menggenang sehingga kecepatan arus cukup lambat. Semakin cepat aliran atau kecepatan arus yang dihasilkan maka semakin sedikit substrat yang dihasilkan, sedangkan semakin lambat kecepatan arus yang dihasilkan, maka semakin banyak padatan tersuspensi yang terkandung.



Gambar 17. Nilai kecepatan arus di setiap stasiun. Notasi yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji ANOVA dilanjutkan dengan Tukey HSD  $\alpha$  0.05

#### 4.4.8 Nilai Debit ( $m^3/detik$ )

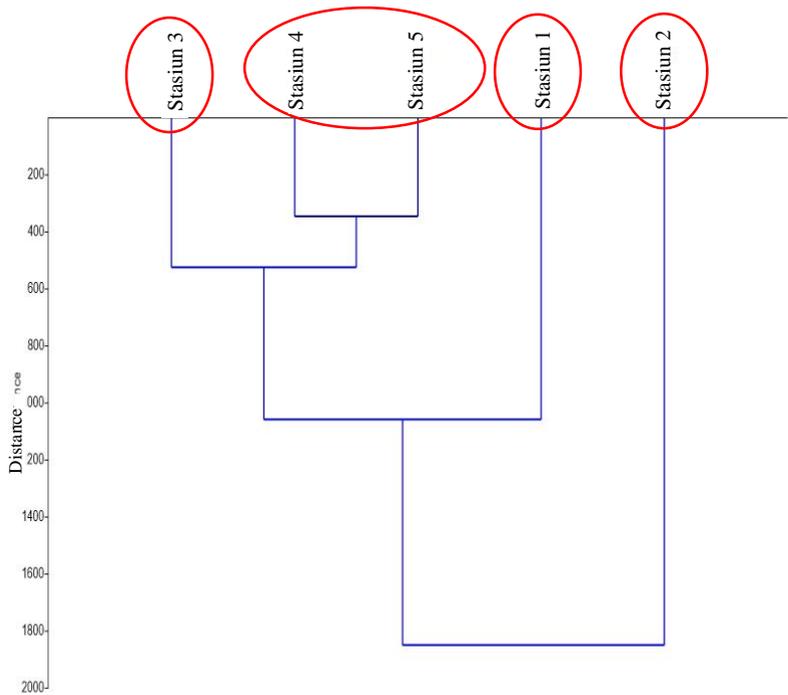
Berdasarkan Gambar 18 hasil uji ANOVA dan dilanjutkan dengan uji Tukey HSD nilai debit memiliki beda nyata antar stasiun. Nilai debit tertinggi terletak pada stasiun 1, 2 dan 3 yaitu 61,78 ( $m^3/detik$ ), 54,15 ( $m^3/detik$ ), dan 36,85 ( $m^3/detik$ ) dikarenakan arus yang terjadi pada stasiun 1, 2 dan 3 lebih deras daripada stasiun yang lain. Nilai debit terendah terdapat pada stasiun 4 dan 5 yaitu 6,26 ( $m^3/detik$ ) dan 3,03 ( $m^3/detik$ ). Nilai debit saluran Mata Air Kendedes mengindikasikan bahwa semakin ke hilir nilai debit semakin kecil hal ini dikarenakan pada aliran menuju stasiun 4 dan 5 terdapat banyak substrat yang menghalangi aliran debit menuju ke hilir, selain itu nilai debit dapat dipengaruhi oleh ukuran lebar, kedalaman mata air dan saluran sehingga dapat menghambat adanya pertumbuhan organisme makroinvertebrata bentos.



Gambar 18. Nilai debit di setiap stasiun. Notasi yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji ANOVA dilanjutkan dengan Tukey HSD  $\alpha$  0.05

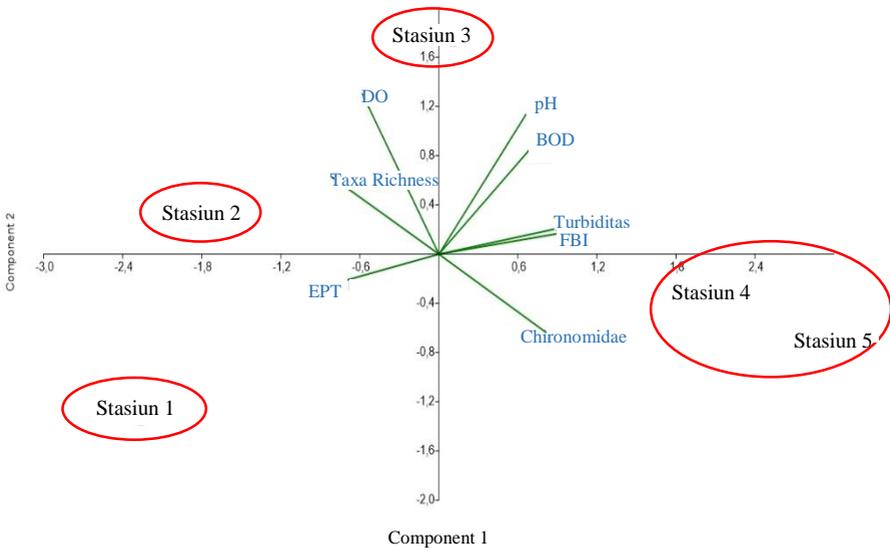
#### 4.5 Pengelompokan Stasiun Berdasarkan Kesamaan Nilai Indeks Biotik dan Parameter Fisik-kimia Air

Hasil kesamaan nilai indeks biotik dan parameter fisik-kimia air berdasarkan jarak *Euclidean* menunjukkan bahwa terdapat 4 kelompok yang terbentuk dari kelima stasiun. Stasiun 4 dan 5 membentuk satu kelompok dengan mempunyai nilai kesamaan indeks biotik dan parameter fisik-kimia air yang sama, sedangkan stasiun 1, 2 dan 3 tidak membentuk satu kelompok, stasiun 2 memiliki kesamaan nilai dengan stasiun 1, sedangkan stasiun 3 memiliki nilai dan jarak yang berbeda dengan stasiun 1 dan 2. Pembentukan kelompok *Cluster* didukung dengan hasil analisis *Biplot* pada Gambar 20.



Gambar 19. *Cluster* kesamaan nilai indeks biotik dan parameter fisik-kimia air berdasarkan *Euclidean*

Setelah dilakukan analisis *Cluster* berdasarkan kesamaan indeks biotik dan parameter fisik-kimia air, hasil *Biplot* berdasarkan Gambar 20 nilai indeks biotik dan parameter fisik-kimia air membentuk 4 kelompok, stasiun 4 dan 5 membentuk satu kelompok, sedangkan stasiun 1, 2 dan 3 tidak membentuk satu kelompok. Berdasarkan hasil *Biplot* stasiun 1 dan 2 memiliki nilai EPT, *taxa richness* dan DO yang tinggi, stasiun tiga memiliki nilai DO, BOD, pH dan *Taxa richness* yang cukup tinggi. Stasiun 4 dan 5 memiliki nilai FBI, turbiditas dan *Chironomidae* yang tinggi. Pengelompokan *Biplot* berdasarkan nilai kesamaan indeks biotik dan parameter fisik-kimia air menunjukkan kondisi dan kualitas terhadap masing-masing stasiun, yang dapat disimpulkan semakin ke hilir kualitas air semakin buruk karena tingginya nilai turbiditas, FBI dan *Chironomidae*.



Gambar 20. *Biplot* kesamaan nilai indeks biotik dan parameter fisik-kimia air berdasarkan *Euclidean*