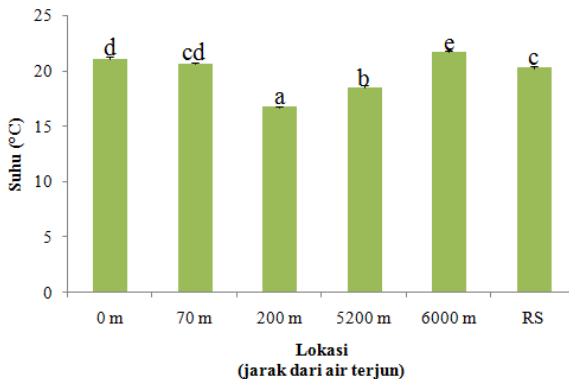


BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Profil Kualitas Air di Kawasan Air Terjun Dlundung dan Salurannya

4.1.1 Nilai suhu di perairan kawasan air terjun Dlundung dan salurannya

Hasil pengukuran terhadap parameter suhu air berkisar antara $16,7^{\circ}\text{C}$ sampai dengan $21,67^{\circ}\text{C}$. Lokasi yang memiliki suhu terendah adalah yang berjarak 200 m dari air terjun ($16,7^{\circ}\text{C}$) dan lokasi yang memiliki suhu tertinggi adalah lokasi yang berjarak 6000 m dari air terjun ($21,67^{\circ}\text{C}$). Pada Gambar 4 dapat dilihat terjadi penurunan suhu dari lokasi 0 m hingga lokasi yang berjarak 200 m dari air terjun akan tetapi kemudian semakin jauh lokasi mengalami peningkatan suhu. Lokasi 200 m dan 5200 m merupakan dua lokasi yang memiliki suhu air terendah karena pengukuran parameter fisika-kimia air pada kedua lokasi tersebut dilakukan ketika cuaca mendung dan setelah gerimis, selain itu pada kedua lokasi tersebut disekitarnya terdapat pepohonan yang memungkinkan intensitas cahaya matahari yang dapat menembus rendah.



Gambar 4. Rata-rata nilai suhu di perairan Kawasan Air Terjun Dlundung dan salurannya. Keterangan: *Reference site (RS)*; Notasi yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji Anova yang dilanjutkan dengan Tukey HSD α 0,05

Berdasarkan uji Beda dengan menggunakan *Analysis of Varians* (ANOVA) dengan uji lanjutan Tukey HSD menunjukkan bahwa lokasi yang berjarak 0 m dari air terjun dengan lokasi yang berjarak 70 m dari air terjun memiliki nilai suhu yang tidak berbeda nyata, begitu juga nilai suhu lokasi yang berjarak 70 m dari air terjun dengan *Reference site* yang juga tidak berbeda nyata. Suhu normal untuk pertumbuhan organisme perairan yakni antara 28-29°C (Purwanti dkk., 2005). Suhu air sungai dipengaruhi oleh musim, altitude dan latitude, kedalaman dan aliran air. Kenaikan suhu pada perairan akan berdampak terhadap beberapa hal diantaranya kehidupan hewan air dan ikan terganggu, oksigen terlarut dalam air menurun, dan kecepatan reaksi kimia dalam air akan meningkat (Yusmita dkk., 2014).

4.1.2 Derajat keasaman (pH) di perairan kawasan air terjun Dlundung dan salurannya

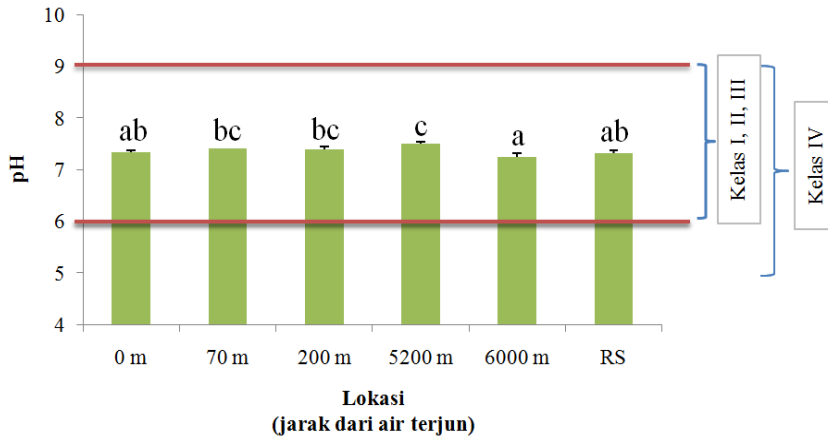
Hasil pengukuran terhadap parameter pH menunjukkan bahwa nilai pH yang tertinggi ditemukan pada lokasi 5200 m dari air terjun yakni sebesar 7,5 sedangkan lokasi dengan nilai pH terendah adalah 6000 m dari air terjun yakni 7,3, keempat lokasi lainnya berada diantara (Gambar 5). Keenam lokasi masih memenuhi baku mutu kualitas air kelas I sampai IV berdasarkan PP No. 82 Tahun 2001 yang menetapkan nilai pH minimum 6 (enam) dan nilai maksimum 9 (sembilan) dengan peruntukan air minum, pertanian, peternakan dan budidaya ikan air tawar.

Sejalan dengan Hidayatullah (2016), air yang memenuhi syarat untuk suatu kehidupan memiliki nilai pH 6 (enam) sampai dengan 9 (Sembilan). Air limbah dari suatu kegiatan manusia dapat mengubah pH air sehingga dapat mengganggu kehidupan organisme yang ada di air (Hidayatullah, 2016).

Uji beda dengan menggunakan *Analysis of Varians* (Anova) dengan uji lanjutan Tukey HSD menunjukkan bahwa lokasi 0 m dari air terjun, lokasi *reference site*, lokasi 70 m dan 200 m dari air terjun memiliki nilai pH yang relatif sama. Sedangkan nilai pH lokasi 5200 m dan 6000 m dari air terjun tidak berbeda nyata.

Aktivitas manusia semakin menuju ke hilir (kegiatan pariwisata, pertanian, limbah pemukiman, peternakan) semakin intensif sehingga berdampak pada peningkatan nilai pH

(Hidayatullah, 2016). CO₂ yang semakin tinggi yang bereaksi dengan air akan membentuk asam karbonat, sehingga dapat menjadikan suhu dan pH menjadi rendah (Karanth, 1987). Nilai pH pada Kawasan Air Terjun Dlundung dan salurannya diketahui semakin ke hilir semakin meningkat kecuali pada jarak 5200 m ke 6000 m, terjadi penurunan nilai pH. Hal tersebut dikarenakan adanya proses dekomposisi sehingga nilai pH berangsur normal kembali (Hidayatullah, 2016).



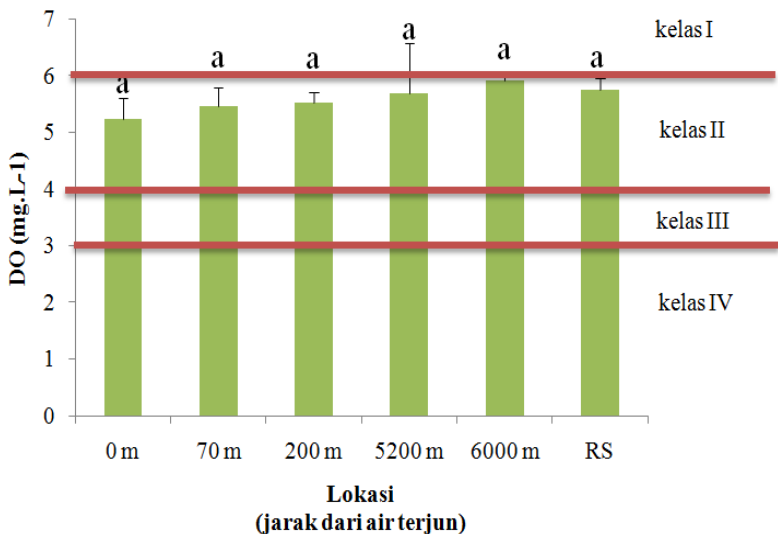
Gambar 5. Rata-rata nilai derajat keasaman (pH) di Kawasan Air Terjun Dlundung dan salurannya. Keterangan: *Reference site* (RS) ; Garis Baku Mutu air berdasarkan PP No. 82 Tahun 2001; Notasi yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji Anova yang dilanjutkan dengan Tukey HSD α 0,05

4.1.3 Nilai *dissolved oxygen* (DO) di perairan kawasan air terjun Dlundung dan salurannya

Hasil pengukuran parameter oksigen terlarut (DO) diketahui bahwa lokasi 0 m sampai dengan 6000 m dari air terjun tidak memenuhi baku mutu air Kelas 1 (satu) menurut PP No. 82 Tahun 2001 yang diperuntukkan sebagai air minum (Gambar 6).

Keenam lokasi penelitian memenuhi kriteria untuk Kelas 2 (dua), 3 (tiga) dan 4 (empat), yakni peruntukannya untuk budidaya

air tawar, peternakan, pertamanan, dan persawahan. DO pada jarak 0 m dari air terjun sebesar $5,24 \text{ mg.L}^{-1}$ merupakan DO yang terendah diantara semua lokasi, hal ini dikarenakan air pada lokasi tersebut merupakan air yang berasal dari sumber air sehingga menyebabkan DO lebih rendah jika dibandingkan dengan lokasi yang lain (Rahmawati & Retnaningdyah, 2015). Selain itu kadar DO selalu berfluktuasi setiap harinya dan setiap musimnya, hal ini tergantung pada pencampuran dan pergerakan massa air, respirasi, aktivitas fotosintesis dan masuknya limbah pada sungai (Effendi, 2003).



Gambar 6. Rata-rata nilai oksigen terlarut (DO) di perairan Kawasan Air Terjun Dlundung dan salurannya. Keterangan: *Reference site* (RS); Garis Baku Mutu air berdasarkan PP No. 82 Tahun 2001; Notasi yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji *Brown-Forsythe* yang dilanjutkan dengan *Games-Howell* α 0,05

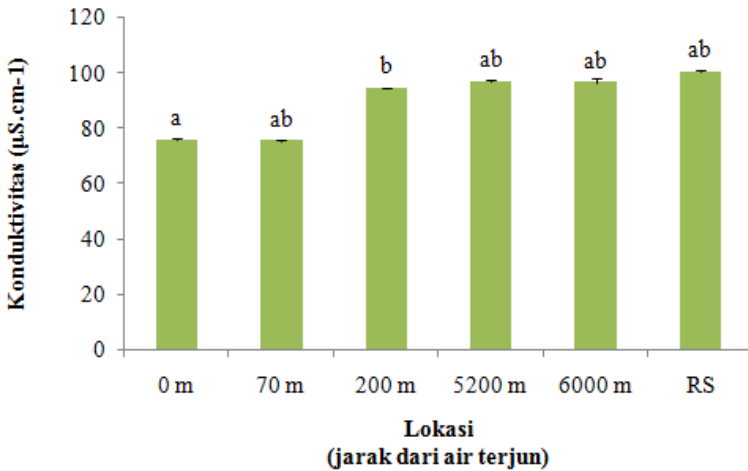
4.1.4 Nilai konduktivitas di perairan kawasan air terjun Dlundung dan salurannya

Hasil pengukuran konduktivitas di perairan Kawasan Air Terjun Dlundung dan salurannya diketahui nilai konduktivitas terendah

didapatkan pada jarak 70 m dari air terjun yakni sebesar $75,23 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, sedangkan nilai konduktivitas tertinggi didapatkan pada lokasi *reference site* yakni sebesar $100,17 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ (Gambar 7).

Semakin jauh jarak dari air terjun nilai konduktivitas semakin tinggi, kecuali pada jarak 70 m yang mengalami penurunan. Salah satu sebab rendahnya konduktivitas pada jarak 70 m dari air terjun dapat dipengaruhi oleh rendahnya diversitas vegetasi riparian sehingga konsentrasi ion-ion dalam air juga rendah (Farid dkk., 2012).

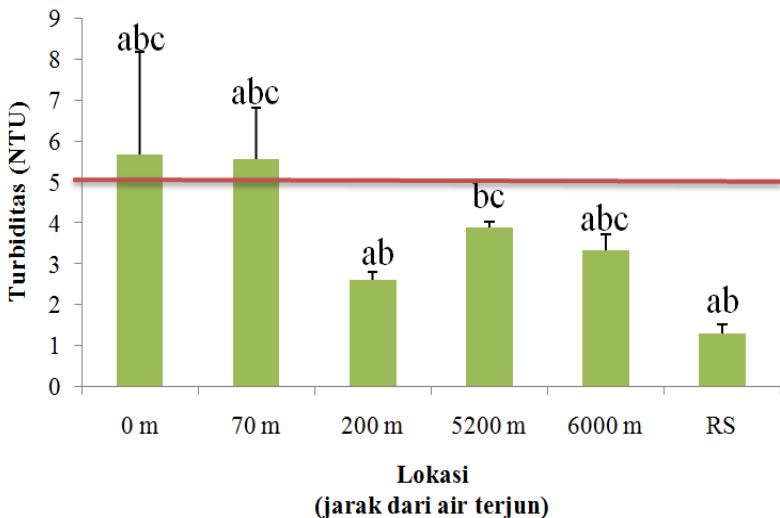
Hasil uji *Kruskal-Wallis* dengan uji lanjutan *Mann-Whitney* tidak terbukti adanya perbedaan yang nyata nilai konduktivitas pada keenam lokasi. Terlepas dari tinggi rendahnya konduktivitas tiap lokasi, semua lokasi masih pada taraf memenuhi standar baku menurut *World Wildlife Federation* (2007) yakni di bawah $1500 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$.



Gambar 7. Rata-rata nilai konduktivitas di perairan Kawasan Air Terjun Dlundung dan salurannya. Keterangan : *Reference site* (RS); Notasi yang sama menunjukkan kesamaan yang tidak berbeda nyata berdasarkan uji *Kruskal-Wallis* dengan uji lanjutan *Mann-Whitney* α 0,05

4.1.5 Nilai turbiditas di perairan kawasan air terjun Dlundung dan salurannya

Hasil pengukuran nilai turbiditas di perairan Kawasan Air Terjun Dlundung dan salurannya maka didapatkan hasil bahwa terdapat variasi yang berkisar antara 1,24 sampai dengan 5,67 NTU (Gambar 8). Lokasi yang memiliki nilai turbiditas tertinggi adalah yang berjarak 0 m dari air terjun (5,67 NTU) sedangkan lokasi dengan nilai turbiditas terendah didapatkan pada *reference site* (1,26 NTU).



Gambar 8. Rata-rata nilai turbiditas di perairan Kawasan Air Terjun Dlundung dan salurannya. Keterangan: *Reference site* (RS); Garis Baku mutu nilai turbiditas air minum menurut WHO; Notasi yang sama menunjukkan kesamaan yang tidak berbeda nyata berdasarkan uji *Brown-Forsythe* dengan uji lanjutan *Games-Howell* α 0,05

Hasil uji *Brown-Forsythe* dengan uji lanjutan *Games-Howell* memperkuat hasil yang didapatkan bahwa nilai turbiditas pada lokasi 0 m dari air terjun dengan *reference site* relatif berbeda. Tingginya nilai turbiditas pada 0 m dari air terjun dikarenakan pada lokasi

tersebut terdapat banyak aktivitas wisatawan yang bermain pada area jatuhnya air dan di sekitar area penelitian sehingga hal tersebut dapat meningkatkan nilai turbiditas (kekeruhan). Rendahnya nilai turbiditas pada *reference site* dikarenakan tidak ada aktivitas manusia di sekitarnya, selain itu aliran sungai pada lokasi tersebut merupakan aliran air yang berasal dari Air Terjun Kembar yang notabene masih asri dan jarang ada aktivitas manusia disekitarnya. Selain itu menurut Effendi (2003), nilai turbiditas dapat dipengaruhi oleh beberapa hal, salah satunya adalah dekomposisi bebatuan, tanah serta tumbuhan yang terbawa air hujan dari daratan ke badan sungai. Nilai turbiditas yang tinggi juga dapat disebabkan oleh jenis substrat, bahan organik, bakteri, plankton, dan organisme lain yang terdapat pada perairan tersebut.

Baku mutu nilai turbiditas yang diperuntukkan untuk air minum yaitu < 5 NTU (WHO, 2007), maka menunjukkan bahwa hanya Lokasi *reference site* sampai dengan 6000 m yang memenuhi baku mutu untuk air minum berdasarkan WHO. Apabila suatu perairan memiliki kekeruhan yang tinggi maka perairan tersebut memiliki oksiden terlarut yang rendah, hal ini diakibatkan karena intensitas cahaya matahari yang masuk pada perairan tersebut akan terbatas dan mengakibatkan tumbuhan yang terdapat pada perairan tersebut akan susah menghasilkan oksigen (CAWST, 2009).

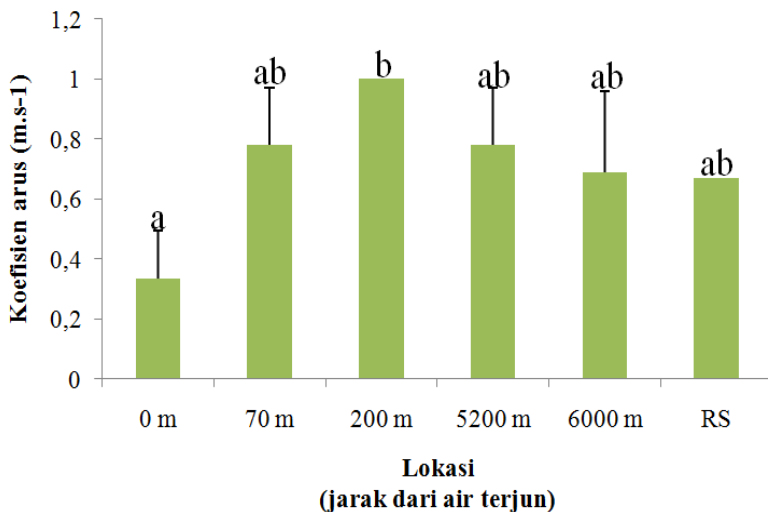
4.1.6 Nilai arus di perairan kawasan air terjun Dlundung dan salurannya

Hasil pengukuran koefisien arus menunjukkan nilai kecepatan arus tertinggi terdapat pada jarak 200 m dari air terjun yakni sebesar 1 m.s^{-1} hal ini dikarenakan pada lokasi tersebut tidak terdapat halangan apapun pada aliran airnya dan juga terdapat beberapa batu yang tersusun miring sehingga hal tersebut dapat meningkatkan kecepatan arus. Sementara kecepatan arus terendah terdapat pada jarak 0 m dari air terjun yakni sebesar $0,34 \text{ m.s}^{-1}$ hal ini dikarenakan pada lokasi tersebut air yang berasal dari air terjun cenderung menggenang sehingga kecepatan arus tidak terlalu tinggi (Gambar 9).

Hasil uji *Brown-Forsythe* dengan uji lanjutan *Games-Howell* menunjukkan bahwa lokasi 0 m dan 200 m dari air terjun cenderung berbeda jika dibandingkan dengan stasiun yang lain. Sementara itu

pada lokasi yang lain relatif sama. Hal ini dikarenakan medan pada lokasi 0 m dari air terjun cenderung landai sehingga koefisien arus yang didapatkan kecil. Sementara itu pada lokasi 200 m dari air terjun memiliki dasar saluran yang terjal, berbatu dan menurun.

Arus air memiliki peran yang penting untuk perairan mengalir. Kecepatan arus dapat mempengaruhi kemampuan mobilitas bahan pencemar yang terdapat pada badan perairan tersebut (Effendi, 2003). Selain itu arus air pada perairan mengalir bersifat turbulen yaitu arus air dapat bergerak ke segala arah sehingga air dapat terdistribusi merata ke seluruh badan perairan (Barus, 2001).



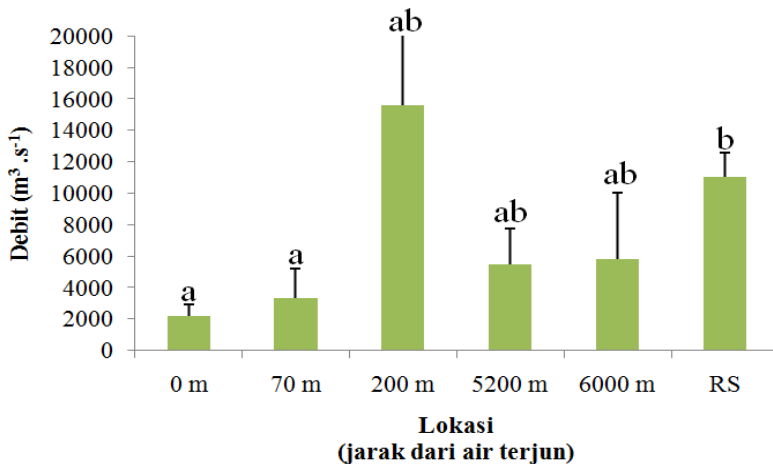
Gambar 9. Rata-rata nilai kecepatan arus di perairan Kawasan Air Terjun Dlundung dan salurannya. Keterangan: *Reference site* (RS); Notasi yang sama menunjukkan kesamaan yang tidak berbeda nyata berdasarkan uji *Brown-Forsythe* dengan uji lanjutan *Games-Howell* α 0,05

4.1.7 Nilai debit di perairan kawasan air terjun Dlundung dan salurannya

Debit sungai merupakan jumlah air yang mengalir dalam satuan volume per waktu. Debit adalah satuan besaran air yang keluar dari

suatu DAS (Mulyana, 2007). Debit air harus lebih dari cukup untuk memenuhi kebutuhan air pengairan karena jika debit air kecil maka akan sangat berpengaruh terhadap ekosistem perairan serta dapat mempengaruhi kebutuhan air masyarakat di sekitarnya (Hidayatullah, 2016).

Hasil pengukuran parameter debit air di perairan Kawasan Air Terjun Dlundung dan salurannya cukup bervariasi. Debit terendah didapatkan pada lokasi 0 m dari air terjun yakni sebesar $2.201 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, hal ini akibat lokasi tersebut merupakan perairan yang dangkal jika dibandingkan dengan lokasi lain, sementara itu debit tertinggi pada jarak 200 m dari air terjun yakni sebesar $15.600 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (Gambar 10), hal ini diduga dikarenakan saluran pada lokasi tersebut lebih dalam dan lebar daripada lokasi yang lain. Selain itu faktor yang mempengaruhi debit air pada sungai yaitu curah hujan dan siklus tahunan dengan karakteristik lamanya kemarau yang terjadi sehingga hal tersebut juga berdampak pada lamanya musun hujan yang nantinya akan berdampak pada debit air pada suatu sungai (Mulyana, 2007).



Gambar 10. Rata-rata nilai debit air di perairan Kawasan Air Terjun Dlundung dan salurannya. Keterangan : *Reference site* (RS); Notasi yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji *Brown-Forsythe* yang dilanjutkan dengan *Games-Howell* α 0,05

4.2 Struktur Komunitas Makrozoobentos di Kawasan Air Terjun Dlundung dan Salurannya

4.2.1 Kekayaan taksa

Taksa makrozoobentos yang ditemukan di kawasan Air Terjun Dlundung dan salurannya berjumlah 24 (Tabel 7). Taksa tersebut termasuk dalam sembilan ordo meliputi Coleoptera, Crustacea, Diptera, Ephemeroptera, Odonata, Oligochaeta, Planaria, Plecoptera dan Trichoptera. Kekayaan taksa yang ditemukan pada tiap Lokasi pengamatan menunjukkan adanya variasi pada tiap lokasi (Rahmawati & Retnaningdyah, 2015).

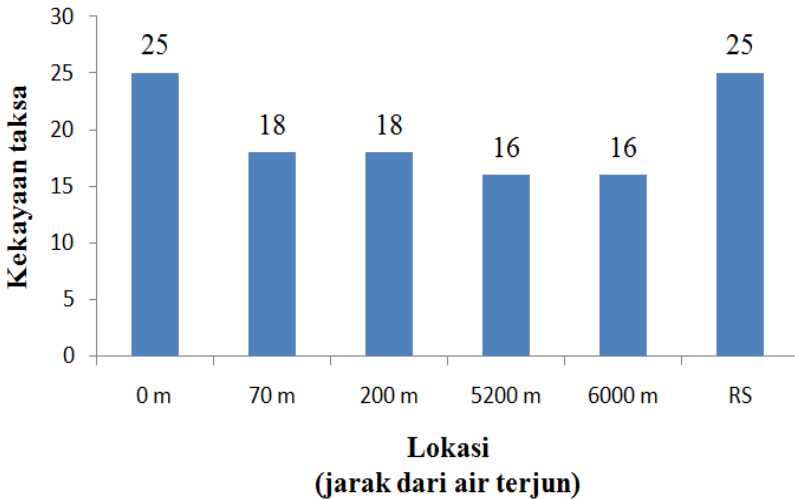
Tabel 7. Komposisi kekayaan makrozoobentos yang ditemukan di Kawasan Air Terjun Dlundung dan salurannya.

Ordo	Famili	Lokasi ditemukannya
Coleoptera	Elmidae	1, 3
	Psephenidae	1
Crustacea	Atyidae	1
	Parathelphusidae	1, 3
Diptera	Blepharicidae	4
	Ceratopogonidae	1
	Chironomidae	1, 4
	Empididae	1, 3, 4, 5, 6
	Limoniidae	2, 3
	Pediciidae	1
	Simuliidae	1, 2, 3, 4, 5, 6
	Baetidae	1, 2, 3, 4, 5, 7
Ephemeroptera	Aeshnidae	1
	Calopterygidae	4
Odonata	Chlorocyphidae	1
	Cordulegastridae	2
	Corduliidae	3
	Euphaeidae	1, 2, 3, 4, 5
	Lumbricidae	3, 5, 6
	Megascolecidae	1
Planaria	Planariidae	1, 2, 3, 4, 5
Plecoptera	Perlodidae	1, 2, 3, 4, 5, 6
Trichoptera	Hydropsychidae	1, 2, 3, 4, 5, 6
	Sericostomatidae	3, 6

Lokasi yang berjarak 0 m dari air terjun memiliki jumlah taksa tertinggi yakni 16 taksa, sedangkan lokasi yang memiliki jumlah taksa terendah adalah 600 m dari air terjun yakni 16 taksa (Gambar

11). Tingginya jumlah taksa seperti yang ditemukan pada 0 m dari terjun dan *reference site* diperkirakan terkait dengan banyaknya kadar nutrisi bahan organik yang berasal dari serasah dan pepohonan yang berada disekitar lokasi tersebut.

Penurunan jumlah taksa pada lokasi 70 m diduga akibat dari aktivitas manusia disekitar lokasi seperti toilet umum dan warung yang membuang limbah ke badan sungai. Kemudian peningkatan jumlah taksa pada lokasi 200 m diduga terkait jasa rimarian dan pepohonan yang berada di sepanjang aliran menuju lokasi terbut sehingga memberikan tambahan nutrisi bahan organik dan juga fitoremediasi.



Gambar 11. Kekayaan taksa makrozoobentos tiap lokasi. Keterangan: *Reference site* (RS)

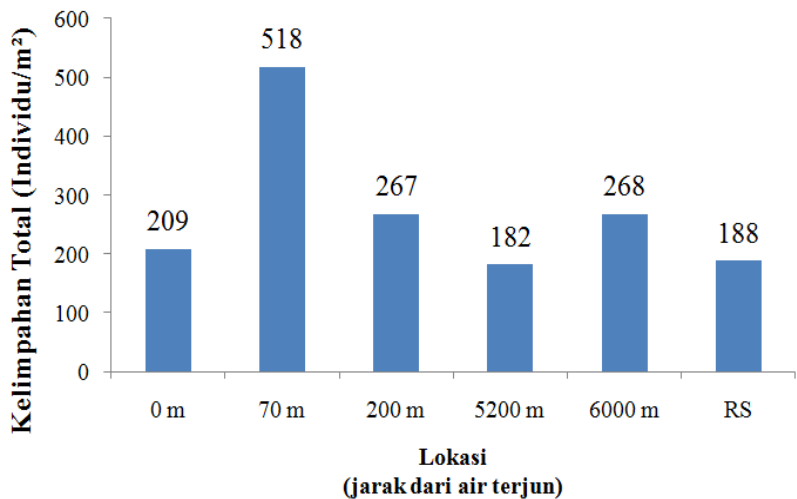
Penurunan jumlah taksa pada lokasi 5200 m dan 6000 m diduga terkait dengan peningkatan kadar pencemar yang berasal dari aktivitas manusia di sekitar lokasi pengamatan seperti peternakan, persawahan dan juga pemukiman yang membuang limbahnya langsung ke dalam badan sungai.

Baetidae Hydropsychidae dan Simuliidae ditemukan pada semua lokasi penelitian. Jenis yang ditemukan di semua lokasi ini

menunjukkan adanya campuran dari jenis yang merupakan bioindikator dari organisme intoleran (Baetidae dan Hydropsychidae) dan organisme toleran (Simuliidae).

4.2.2 Kelimpahan total tiap lokasi

Kelimpahan taksa adalah jumlah individu taksa yang ditemukan per satuan luas tertentu. Kelimpahan total adalah jumlah keseluruhan dari kelimpahan semua taksa pada suatu area atau luasan (Putra, 2016).



Gambar 12. Kelimpahan makrozoobentos yang ditemukan di tiap lokasi. Keterangan: *Reference site* (RS)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kelimpahan total tertinggi didapatkan pada lokasi 70 m dari air terjun dengan kelimpahan total diatas 500 individu/m² (Gambar 12). Kelimpahan dapat menentukan struktur komunitas dan kondisi suatu lingkungan. Pada lokasi ini ditemukan beberapa aktivitas manusia yaitu warung untuk wistawan dan toilet umum yang air buangnya dialirkan masuk ke sungai.

Tingginya kelimpahan total pada lokai 70 m dari air terjun (pariwisata) disebabkan oleh kelimpahan taksa dari famili

Simuliidae yang cukup tinggi yakni 45,15% sehingga hal tersebut mempengaruhi kelimpahan total. Taksa Hydropsychidae merupakan makrozoobentos yang tergolong intoleran. Organisme tersebut melimpah karena kesesuaian karakteristik habitat pada lokasi tersebut.

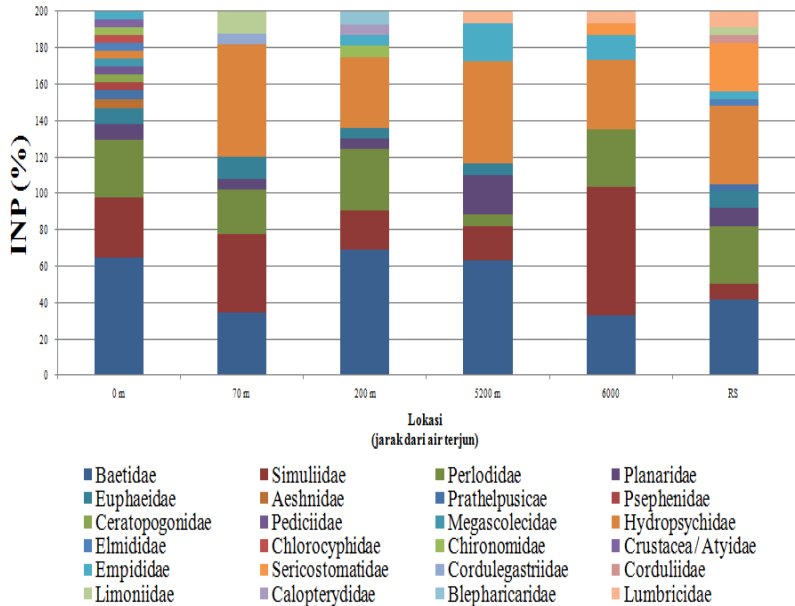
4.2.3 INP

Lokasi 0 m dan 200 m dari air terjun terjadi dominansi oleh makrozoobentos yang berasal dari Famili Baetidae dengan INP yang tinggi yaitu 60,36 % pada 0 m dan 69,78% pada 200 m. Seperti yang telah dikatakan pada penelitian sebelumnya bahwa Famili Baetidae dan Caenidae merupakan organisme yang intoleran terhadap polusi organik (Timm, 1997 & Menetrey dkk., 2008). Famili Baetidae juga banyak diketahui sebagai makrozoobentos yang paling sensitif terhadap lingkungan perairan terpolusi organik dan berkadar oksigen rendah (Selvakumar dkk., 2014). Sehingga Famili Baetidae dan Caenidae juga merupakan bioindikator kualitas air cukup hingga buruk (Kimberly & Songyot, 2009). Selain itu menurut Brönmark dan Hansson (2000) Baetidae dan Heptageniidae adalah bioindikator terbaik untuk mengetahui dampak pertanian.

Pada lokasi 70 m, *reference site* dan 5200 m dari air terjun terjadi kodominansi oleh makrozoobentos Baetidae, Hydropsychidae, dan Simuliidae. Pada 70 m kodominansi terjadi antara Famili Simuliidae (53,18 %), Hydropsychidae (46,08%) dan Baetidae (39,7%). Sementara itu pada *reference site* terjadi kodominansi antara Hydropsychidae (43,94%), dan Baetidae (41,25%). Serta pada lokasi 5200 m kodominansi terjadi antara Baetidae (62,61%) dan Hydropsychidae (57,35%). Adanya kodominansi taksa mengindikasikan bahwa ekosistem perairan dalam kondisi lebih stabil dan seimbang dibandingkan adanya dominansi (Morphin-Kani & Murugesan, 2014). Akan tetapi perlu diketahui pula tingkat toleransi dari masing-masing taksa bioindikator yang berpengaruh terhadap pencemaran.

Pada lokasi 70 m, *reference site* dan 5200 m dari air terjun nilai INP Hydropsychidae dan Baetidae yang cukup tinggi. Hydropsychidae merupakan salah satu Famili dari Ordo Trichoptera dan Baetidae merupakan salah satu Famili dari Ordo Ephemeroptera, dimana Ordo Ephemeroptera dan Trichoptera

merupakan ordo yang intoleran terhadap kandungan garam yang tinggi, sehingga sering dijumpai pada perairan yang bersih atau tidak tercemar (Badawy dkk., 2013).



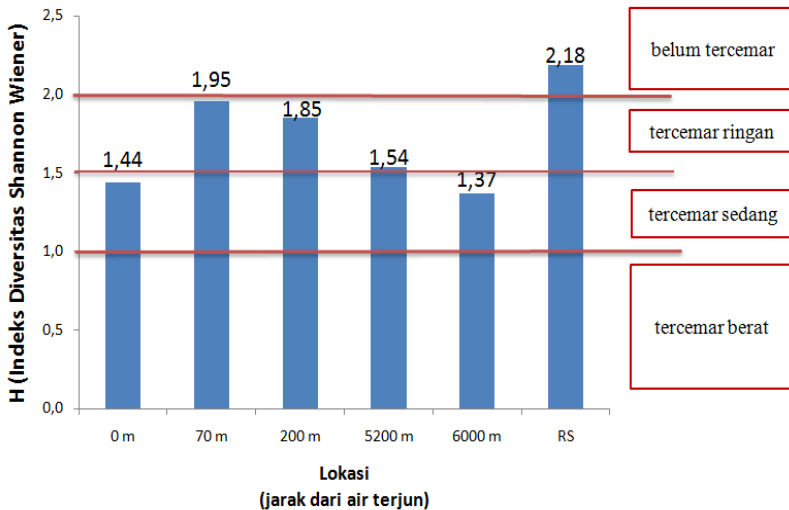
Gambar 13. Variasi spasial INP famili makrozoobentos yang ditemukan pada tiap lokasi. Keterangan: *Reference site* (RS)

Pada lokasi 6000 m terjadi dominansi oleh Famili Simuliidae (68,34%). Pada lokasi tersebut substrat yang ada > 70% adalah bebatuan. Hal tersebut sesuai dengan penelitian sebelumnya oleh Oliveira & Callisto (2010) bahwa larva Simuliidae memiliki kemampuan memfiltrasi maka ia hidup menetap menempel pada substrat bebatuan dan kayu. Selain itu beberapa jenis dari Famili Simuliidae juga merupakan bioindikator untuk perairan oligotrofik dan dapat mentolerir tingkat polusi sedang.

4.3 Penentuan Kualitas Air Menggunakan Indeks Biotik Makrozoobentos di Kawasan Air Terjun Dlundung dan Salurannya

4.3.1 Nilai indeks diversitas Shannon Wiener (H)

Berdasarkan nilai indeks diversitas (H) yang menggambarkan tingkat pencemaran toksik, pada tiap lokasi didapatkan bahwa hanya *reference site* yang termasuk kategori belum tercemar yakni dengan nilai indeks diversitas ($H > 2$). Sementara lokasi 70 m, 200 m, dan 5200 m termasuk kategori tercemar ringan, sedangkan lokasi 0 m dan 6000 m berada pada kategori tercemar sedang (Gambar 14).



Gambar 14. Variasi nilai indeks diversitas Shannon Wiener (H) dan penggolongannya pada tiap lokasi. Keterangan: *Reference site* (RS); Garis batas nilai penggolongan kualitas air berdasarkan Mandaville (2002)

Semakin tinggi nilai indeks diversitas (H) berbanding lurus dengan keanekaragaman taksa, tekanan keseimbangan ekosistem dan kestabilan ekosistem (Duran, 2006). Nilai indeks diversitas (H) tertinggi didapatkan pada *reference site* yakni lokasi yang berada

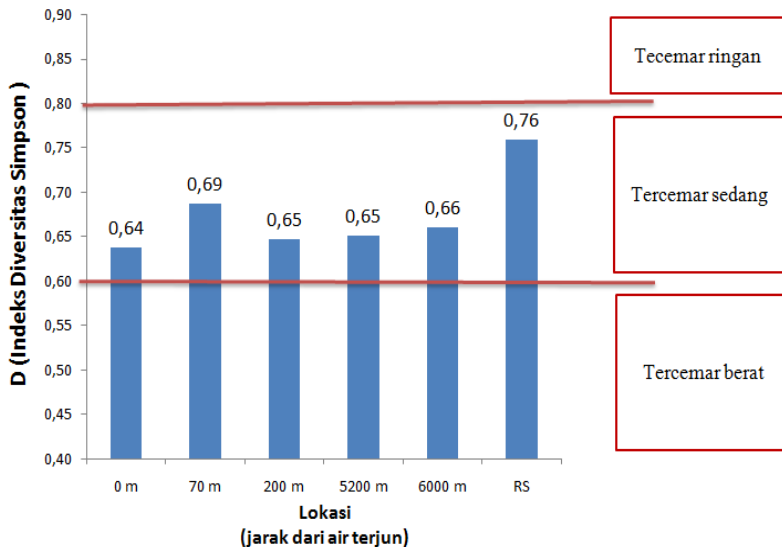
pada Sungai Layar dengan nilai 2,18. Sementara itu pada lokasi 0 m yakni lokasi tempat jatuhnya air terjun didapatkan nilai indeks diversitas (H) sebesar 1,44, nilai tersebut sudah termasuk kategori tercemar sedang. Hal tersebut diduga dikarenakan adanya aktivitas wisatawan yang bermain-main di area tersebut. Kemudian terjadi peningkatan nilai dan level pada lokasi 70 m yakni 1,95. Lokasi tersebut masuk dalam kategori tercemar ringan dikarenakan terdapat masukan yang berasal dari toilet umum dan warung, meski demikian peningkatan level dan nilai indeks diversitas (H) pada lokasi ini diduga karena jasa dari riparian yang ada di sekitar aliran sungai. Sementara itu pada lokasi 200 m kembali terjadi penurunan nilai indeks diversitas (H) yakni 1,85 dan termasuk dalam kategori tercemar ringan.

Pada lokasi 5200 m terjadi penurunan nilai indeks diversitas yang cukup signifikan, indeks diversitas pada lokasi ini adalah 1,54, akan tetapi masih pada kategori tercemar sedang. Penurunan yang signifikan ini diduga akibat dari masukan air irigasi dari sawah dan juga masukan sampah rumah tangga dari pemukiman warga.

Pada lokasi 6000 m terjadi penurunan nilai dan level indeks diversitas, nilai indeks diversitas pada lokasi tersebut adalah 1,37 dan termasuk dalam kategori tercemar sedang. Nilai indeks diversitas lokasi 6000 m merupakan yang terendah jika dibandingkan dengan lokasi-lokasi sebelumnya. Hal ini diduga dikarenakan adanya masukan pencemaran dari sawah, limbah rumah tangga, dan limbah peternakan sehingga menyuplai adanya pencemaran organik maupun toksik. Nilai indeks diversitas suatu perairan dapat digunakan sebagai pertimbangan untuk mengasumsikan adanya tingkat pencemaran bahan toksik pada sistem perairan (Rahmawati & Retnaningdyah, 2015).

4.3.2 Nilai indeks diversitas Simpson (D)

Hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa nilai indeks diversitas Simpson (D) tertinggi didapatkan pada *reference site* dengan nilai 0,76, dan lokasi dengan nilai diversitas Simpson terendah didapatkan pada lokasi 0 m dari air terjun yakni sebesar 0,64, selebihnya berada diantaranya (Gambar 15). Keenam lokasi penelitian tergolong tercemar sedang.



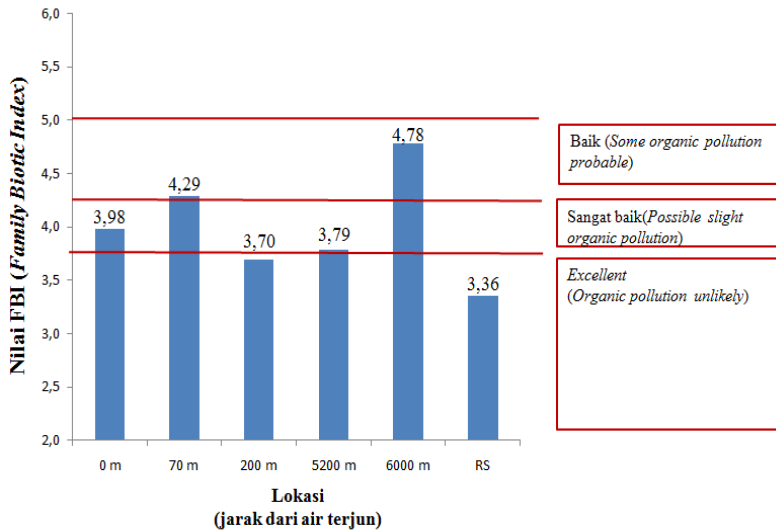
Gambar 15. Variasi nilai indeks diversitas Simpson (D) dan penggolongannya pada tiap lokasi. Keterangan: *Reference site* (RS); Garis batas nilai penggolongan kualitas air berdasarkan Mandaville (2002)

4.3.3 Nilai indeks *Family Biotic Index* (FBI)

Nilai FBI makrozoobentos yang ditemukan pada lokasi 0 m hingga 6000 m didapatkan variasi kategori (3,36-4,78). Pada 0 m dan 5200 m didapatkan nilai FBI sebesar 3,98 dan 3,79, kedua nilai tersebut mencerminkan kualitas air yang bagus sekali dengan sedikit terpolusi bahan organik. Kemudian pada 70 m dan 6000 m nilai FBI nya 4,29 dan 4,78, nilai tersebut mencerminkan kualitas air yang bagus dengan terpolusi beberapa bahan organik. Sementara itu nilai FBI pada *reference site* dan 200 m dari air terjun berturut-turut adalah 3,36 dan 3,70, nilai tersebut mencerminkan kualitas air yang sangat bagus sekali dengan tidak terpolusi bahan organik (Gambar 16).

Pada 70 m dan 6000 m merupakan lokasi dengan nilai FBI tertinggi sehingga merupakan lokasi dengan kualitas air terburuk jika dibandingkan dengan keempat lokasi lainnya. Hal ini dikarenakan ada kedua lokasi tersebut terdapat beberapa aktivitas manusia yang

dapat memberikan masukan polusi organik, pada 70 m didapati sampah organik seperti sisa makanan (nasi dan lauk), pada lokasi 6000 m juga didapati beberapa sampah organik sisa rumah tangga.

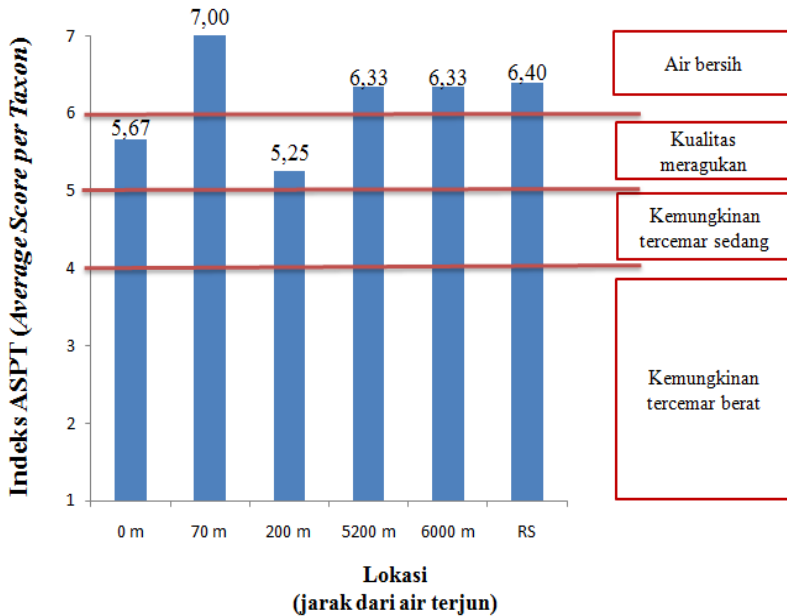


Gambar 16. Variasi nilai *Family Biotic Index* (FBI) dan penggolongannya pada tiap lokasi. Keterangan: *Reference site* (RS); Garis batas nilai penggolongan kualitas air berdasarkan Mandaville (2002)

4.3.4 Nilai *Average Score per Taxa* (ASPT)

Berdasarkan Gambar 17 diketahui bahwa lokasi 70, *reference site*, 5200 m, dan 6000 m digolongkan kedalam kualitas air bersih. Pada lokasi 70 m, 5200 m, 6000 m, dan *Reference site* ditemukan Famili makrozoobentos dengan skor tinggi yaitu 8 hingga 10 (intoleran terhadap pencemaran) seperti Perlodidae, Cordulegantriidae dan Corduliidae. Terdapat penurunan nilai yang mencerminkan penurunan kualitas air. Sementara itu lokasi 0 m dan 200 m digolongkan kedalam kualitas air meragukan, hal ini dibuktikan dengan ditemukannya makrozoobentos yang memiliki skor BMWP rendah (0-5) seperti Hydropsychidae, Chironomidae

dan Baetidae yang menunjukkan bahwa tingkat toleransi pencemar cukup tinggi (Mandaville, 2002).



Gambar 17. Variasi nilai indeks ASPT (*Average Score per Taxa*) dan penggolongannya pada tiap lokasi. Keterangan: *Reference site* (RS); Garis batas nilai penggolongan kualitas air berdasarkan Mandaville (2002)

4.3.5 Nilai indeks biotik dan kualitas air tiap lokasi

Berdasarkan nilai indeks biotik yang telah ditemukan (Tabel 8) maka dapat dikatakan bahwa kualitas air pada lokasi 1 (0 m dari air terjun) tergolong tercemar ringan oleh bahan organik dan bahan toksik, sedangkan lokasi 2 (70 m dari air terjun) tergolong tercemar ringan oleh bahan organik dan tercemar sedang oleh bahan toksik.

Lokasi 3 (*Reference site*) tergolong belum tercemar baik oleh bahan organik maupun bahan toksik. Lokasi 4 (200 m dari air terjun) tergolong belum tercemar bahan organik namun tercemar ringan

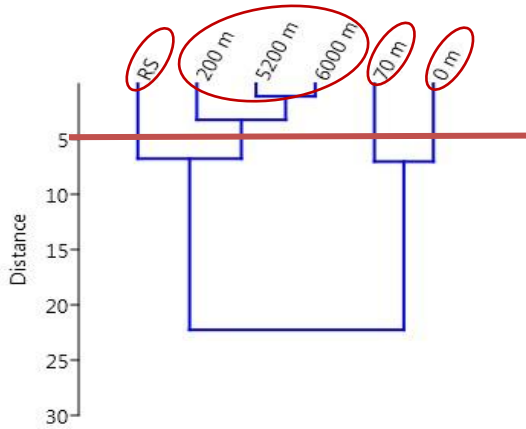
bahan toksik, sedangkan Lokasi 5 (5200 m dari air terjun) tergolong tercemar ringan bahan organik maupun bahan toksik. Lokasi 6 (6000 m dari air terjun) tergolong telah tercemar ringan bahan organik dan tercemar sedang bahan toksik.

Tabel 8. Nilai indeks biotik dan kualitas air tiap stasiun

Lokasi	Nilai Indeks Biotik dan Penggolongan Kualitas Air tiap Stasiun				Kesimpulan Kualitas Air	
	H	D	FBI	ASPT	Tercemar Organik	Tercemar Toksik
0 m	Tercemar ringan	Tercemar sedang	Bagus sekali	Kualitas meragukan	Tercemar ringan	Tercemar Ringan
70 m	Tercemar sedang	Tercemar sedang	Bagus	Air bersih	Tercemar ringan	Tercemar sedang
200 m	Tercemar ringan	Tercemar sedang	Sangat bagus sekali	Kualitas meragukan	Tidak Tercemar	Tercemar Ringan
5200 m	Tercemar ringan	Tercemar sedang	Bagus sekali	Air bersih	Tercemar ringan	Tercemar ringan
6000 m	Tercemar sedang	Tercemar sedang	Bagus	Air bersih	Tercemar ringan	Tercemar sedang
RS	Belum tercemar	Tercemar sedang	Sangat bagus sekali	Air Bersih	Tidak Tercemar	Belum Tercemar

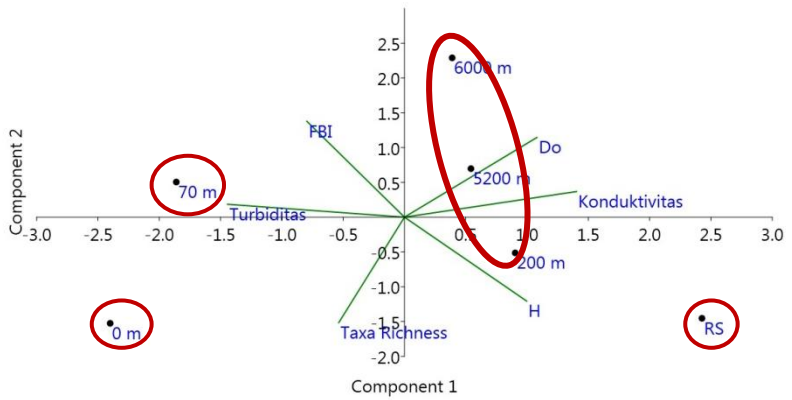
4.4 Kesamaan dan Pengelompokan Lokasi Berdasarkan Kualitas Fisika Kimia Air

Berdasarkan pengelompokan lokasi menggunakan analisis *cluster* dengan *distance euclidean* 5 dapat terlihat bahwa lokasi penelitian dapat dikelompokkan menjadi empat kelompok (Gambar 18). Pengelompokan ini didasarkan atas struktur komunitas makrozoobentos yang ditemukan, indeks biotik serta beberapa parameter kualitas air yakni DO (*Dissolved Oxygen*), konduktivitas dan turbiditas. Kelompok pertama yaitu lokasi yang berjarak 0 m dari air terjun, kelompok kedua adalah lokasi yang berjarak 70 m dari air terjun, kelompok ketiga yaitu *reference site* yang berdiri sendiri dan kelompok keempat yaitu lokasi yang berjarak 200 m, 5200 m, dan 6000 m dari air terjun.



Gambar 18. Profil kesamaan kualitas air antar lokasi berdasarkan struktur komunitas makrozoobentos, indeks botik, dan parameter fisika kimia menggunakan analisis cluster

Hasil tersebut juga didukung dengan hasil analisis biplot menggunakan PCA. Kelompok satu dicirikan dengan *Taxa richness* yang tinggi, sementara itu pada kelompok dua dicirikan dengan turbiditas dan FBI (*Family Biotic Index*) yang tinggi. Kelompok tiga dicirikan dengan nilai H yang tinggi sedangkan nilai FBI tergolong rendah, hal ini menggambarkan bahwa nilai H dan FBI berbanding terbalik. Kelompok empat dicirikan dengan nilai DO (*Dissolved oxygen*), konduktivitas yang tinggi namun memiliki turbiditas yang cenderung rendah.



Gambar 19. Profil kesamaan komunitas makrozoobentos dengan kualitas air pada tiap lokasi berdasarkan analisis biplot menggunakan PCA (*Principal Component Analysis*).