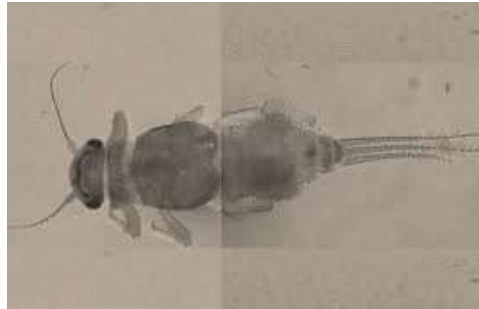


Review

KEANEKARAGAMAN MAKROAVERTEBRATA AIR PADA BEBERAPA SUNGAI DI PAPUA BARAT

Simon P. O. Leatemia



**PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS PAPUA
DESEMBER 2021**

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Penelitian : KEANEKARAGAMAN
MAKROAVERTebrATA AIR PADA
BEBERAPA SUNGAI DI PAPUA BARAT

Bidang Fokus : Kemaritiman

Ketua Peneliti
Nama Lengkap : SIMON P.O. LEATEMIA, S.Pi., M.Si
NIDN : 0004117404
Pangkat : Penata Muda
Jabatan Fungsional : Lektor

Manokwari, 09 Desember 2021

Mengetahui,
Dekan Fakultas Perikanan dan
Ilmu Kelautan

Peneliti,



Dr. Ir. Ridwan Sala, M.Si
NIP. 196703241991031001

Simon P.O. Leatemia, S.Pi., M.Si
NIP. 197411042005011002

KEANEKARAGAMAN MAKROVERTEBRATA AIR PADA BEBERAPA SUNGAI DI PAPUA BARAT

Oleh: Simon P. O. Leatemia

Pendahuluan

Sungai sebagai salah satu ekosistem perairan yang berperan penting dalam daur hidrologi dan besar manfaatnya bagi kehidupan manusia. Setiap sistem sungai mempunyai kondisi aliran dengan karakteristik tertentu yang berkaitan dengan kualitas dan sifat temporal aliran seperti pola aliran musiman yang mengakibatkan kondisi yang tak menentu misalnya banjir dan kekeringan. Kualitas air sungai dipengaruhi oleh kualitas pasokan air yang berasal dari daerah tangkapan, dan sangat terkait dengan aktivitas manusia di dalamnya (Wiwoho, 2005). Variasi temporal dan spasial aliran air di sungai adalah suatu kontrol yang fundamental terhadap keanekaragaman organisme dalam ekosistem sungai (Dudgeon *et al.*, 2006). Berbagai hewan vertebrata maupun avertebrata bersama komponen abiotik lainnya menyusun komunitas sungai menjadi komponen komunitas yang utuh. Hewan avertebrata air merupakan kelompok hewan yang jumlahnya melimpah, dan berperan dalam rantai makanan di ekosistem sungai. Makrovertebrata air adalah hewan yang tidak memiliki tulang belakang dan hidup di dasar maupun di dalam kolom perairan. Dari segi ukuran, makrovertebrata berukuran ≥ 1 mm, dan akan tertahan pada saringan yang berdiameteri 0,5 mm (500 mikron). Makrovertebrata air terdiri atas berbagai jenis serangga air (insekta air), cacing, kerang (siput) dan krustasea air tawar. Hewan makrovertebrata air tersebut telah diketahui sensitif terhadap gangguan ekologi yang terjadi di dalam maupun di sekitar ekosistem sungai akibat aktivitas antropogenik (Sudarso & Wardiatmo, 2015).

Makrovertebrata air berperan penting dalam siklus nutrien dan rantai makanan dalam ekosistem air tawar (Berg & Hellenthal, 1992; Covich *et al.*; 1999, Yang & Li, 2008). Keberadaan makrovertebrata air dalam ekosistem sungai sangat penting sebagai salah satu bioindikator untuk menentukan kondisi suatu perairan apakah perairan itu tercemar bahan organik ataukah masih alami. Makrovertebrata air sangat baik dijadikan sebagai bioindikator pencemaran karena preferensi habitat dan mobilitasnya yang relatif rendah, sehingga keberadaan makrovertebrata air sangat dipengaruhi oleh masukan bahan-bahan ke dalam lingkungan perairan

(Tjokrokusumo, 2006). Toleransi tiap spesies makrovertebrata air berbeda-beda terhadap bahan pencemar yang merubah habitat dan kualitas perairan, sehingga sangat baik dijadikan sebagai petunjuk bioindikator kualitas air sungai (Hilsenhoff, 1988; Rosenberg & Resh, 1993; Lenat, 1993; Leatemia *et al.*, 2016). Makrovertebrata air sering kali dikoleksi untuk mengevaluasi kualitas perairan maupun kualitas suatu habitat (Lenat, 1993; Rosenberg & Resh, 1993).

Tulisan ini terutama mencoba mengungkapkan hasil dari beberapa penelitian sebelumnya yang dilakukan pada beberapa sungai di Papua Barat (Manangkalangi *et al.*, 2009, 2012; Leatemia *et al.* 2016, 2017, 2018; Mate, 2017; Yoku, 2019; Pedai, 2019).

Rumusan Masalah

Pembukaan lahan untuk perkebunan kelapa sawit, perkebunan masyarakat dan pemukiman pada akhirnya merubah komposisi dan kerapatan vegetasi riparian sekitar aliran sungai. Selain itu limbah pengolahan minyak kelapa sawit (*palm oil mill effluent* atau POME) yang menurunkan kualitas air sungai berdampak pula bagi penurunan kelimpahan, kekayaan dan keanekaragaman spesies makrovertebrata, meningkatkan kelimpahan makrovertebrata dari tipe memakan tertentu (Manangkalangi *et al.*, 2014).

Tujuan

- Mendeskripsikan komposisi dan keanekaragaman makrovertebrata air pada beberapa sungai yang ada di Papua Barat
- Memanfaatkan makrovertebrata air dalam penentuan kualitas perairan sungai di Papua Barat

Manfaat

Makrovertebrata air merupakan bioindikator yang baik untuk mengetahui dan menilai kualitas perairan. Diharapkan dari penulisan makalah ini dapat memberikan sumbangsih ilmu dan pengetahuan tentang indikator biologi melalui keberadaan makrovertebrata air di sungai-sungai yang ada di Papua Barat dapat memberikan informasi mengenai tingkat kesehatan di sungai tersebut sehingga dapat memberikan informasi ilmiah serta rekomendasi bagi upaya pengelolaan dan penanggulangan pencemaran di sungai yang ada di Papua Barat.

Tingkat toleransi makrovertebrata air telah dikembangkan dengan memberikan skor bagi organisme indikator pada level taksonomi tertentu yang dikenal sebagai biotik indeks (Amitage *et al.*, 1983) dan dapat digunakan untuk monitoring perairan sungai yang tercemar polutan organik, serta memiliki kebutuhan terhadap kondisi fisika dan kimia yang spesifik. Perubahan dalam kehadiran, jumlah, morfologi, fisiologi maupun tingkah laku organisme dapat mengindikasikan keterbatasan kondisi fisika maupun kimia lingkungan yang disukainya (Rosenberg & Resh, 1993). Kehadiran makrovertebrata air yang tinggi toleransi biasanya mengindikasikan kualitas air yang buruk dan sebaliknya makrovertebrata air yang rendah toleransi mengindikasikan kualitas air yang baik (Hynes, 1998).

Komposisi Makrovertebrata Air

Komposisi makrovertebrata air yang ditemukan dari beberapa penelitian sebelumnya yang dilakukan di sungai-sungai yang ada di Papua Barat ditampilkan dalam Tabel 1. Sampel makrovertebrata air dikoleksi dari tiga sungai yang terletak di Kabupaten Manokwari (Sungai Nimbai, Aimasi dan Maruni) dan empat sungai di Kabupaten Teluk Wondama (Sungai Wowor, Yawarone, Kawaroi, Waro atas dan bawah, dan Weririr) di Provinsi Papua Barat. Secara keseluruhan, pengambilan sampel makrovertebrata air pada tujuh aliran sungai ini dilakukan pada musim hujan dan musim kemarau, namun waktu pengambilannya berbeda-beda, karena ini merupakan hasil kompilasi dari penelitian yang dilakukan oleh Manangkalangi *et al.*, (2009, 2014); Leatemia *et al.* (2016, 2017; 2018); Mate (2017); Yoku (2019); Pedai (2019). Dari keseluruhan hasil penelitian tersebut, makrovertebrata air yang tergolong dalam filum Arthropoda, kelas insekta merupakan kelompok yang paling dominan ditemukan, dan terdiri atas 54 ordo. Filum Crustacea yang ditemukan diwakili oleh 2 kelas yaitu Malacostraca dan Entognatha. Filum Annelida diwakili oleh 3 kelas yang merupakan kelompok cacing yaitu Polychaeta, Oligochaeta dan Clitellata. Filum Moluska yang diwakili oleh 2 kelas yaitu Gastropoda dan Bivalvia (Tabel 1). Komposisi, kelimpahan dan keanekaragaman makrovertebrata air yang ditemukan, bervariasi antara tiap sungai yang sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan perairan.

Insekta air merupakan makrovertebrata air yang dominan menempati aliran sungai dan berperan penting dalam rantai makanan dalam perairan sungai, yakni sebagai makanan alami berbagai jenis ikan termasuk ikan pelangi (*Melataenia*

arfakensis) (Manangkalangi *et al.*, 2014). Selain itu makrovertebrata air juga berperan penting dalam merombak serasah tumbuhan dalam bentuk CPOM (*coarse particulate organic matter*) menjadi bahan partikel bahan organik yang lebih kecil atau FPOM (*fine particulate organic matter*).

Menurut Bouchard (2004), beberapa kelompok insekta air menghabiskan sebagian daur hidupnya di dalam air selama stadia larva, dan akan keluar dari air sebagai serangga darat saat dewasa, misalnya anggota kelas Ephemeroptera dan Diptera pada stadia larva hidup dalam air dan stadia dewasa hidup di darat (*terrestrial*). Namun ada pula insekta air yang seluruh daur hidupnya berada dalam air, baik pada stadia larva maupun stadia dewasa, misalnya anggota kelas Trichoptera seluruh daur hidupnya berada dalam air (*truly aquatic*).

Identifikasi yang dilakukan dalam seluruh penelitian ini hanya sampai tingkat famili, mengingat sangat susah untuk mengidentifikasi sampai taksa terkecil yaitu spesies. Untuk mengidentifikasi makrovertebrata air harus menggunakan mikroskop, karena ukuran makrovertebrata air yang dikoleksi umumnya hanya berukuran 1-2 mm. Setelah dikoleksi beserta dengan substrat, selanjutnya sampel harus disortir untuk memisahkan sampel dari substrat dan serasah tumbuhan. Setelah sampel makrovertebrata air diperoleh, selanjutnya baru sampel bias diamati dan diidentifikasi di bawah mikroskop.

Komposisi jenis makrovertebrata air sangat bergantung pada faktor fisik, kimia dan biologi perairan. Pada perairan yang tergolong masih baik, komposisi famili makrovertebrata air akan lebih beragam, dibandingkan dengan perairan yang sudah mulai tercemar ringan, dan sangat berkurang komposisinya pada perairan yang tercemar berat oleh limbah organik (Leatemia *et al.*, 2017; 2018). Contohnya famili Cheratopogonidae dan Chironomidae, kedua famili ini termasuk dalam ordo Diptera, yang merupakan takson yang sangat beragam dan melimpah di perairan sungai. Anggota ordo Diptera hidup pada range kualitas perairan yang lebar, mulai dari perairan yang masih alami sampai perairan yang tercemar berat (Bouchard, 2004). Selain Diptera, ordo makrovertebrata air yang sering ditemukan dalam jumlah beragam dan banyak adalah Ephemeroptera, Plecoptera, dan Trichoptera (EPT) (Diantari *et al.*, 2017).

Tabel 1. Komposisi famili makrovertebrata air di Sungai Nimbai, Aimasi, Maruni yang ada di Kabupaten Manokwari dan sungai Wowor, Yawaroe, Kawaroi, Waro atas dan bawah, Weririr di Kabupaten Teluk Wondama

| Kelas | Ordo | Famili | Sungai | | | | | | | |
|-------------|----------------------|-------------------|--------------|--------|--------|-------|----------|---------|---------------------|---------|
| | | | Nimbai | Aimasi | Maruni | Wowor | Yawarone | Kawaroi | Waro atas dan bawah | Weririr |
| Insekta air | Trichoptera | Philopotamidae | + | + | + | | + | | + | |
| | | Rhyacophilidae | | | | | | + | + | |
| | | Leptoceridae | + | | + | | | | | + |
| | | Glossosomatidae | + | | | | | | | |
| | | Hydropsycidae | + | + | + | | | | | |
| | | Lepidostomatidae | + | | | | | | | |
| | | Psychomiidae | + | | | | | | | |
| | | Trichoptera | + | | | | | | | |
| | | Ecnomidae | | | + | | | | | |
| | | Polycentropodidae | | | + | | | | | |
| | | Limnephilidae | | | + | | | | | |
| | Ephemeroptera | Baetidae | + | + | + | | | + | + | + |
| | | Caenidae | + | | + | | | | + | + |
| | | Leptophlebiidae | + | | + | + | + | + | + | + |
| | | Trycorythidae | + | + | + | | | | + | + |
| | | Heptageniidae | | + | + | | | | | |
| | | Metretopopidae | | | + | | | | | |
| | | Siphonuridae | | | + | | | | | |
| | | Hydropulidae | | | + | | | | | |
| | | Diptera | Chironomidae | + | + | + | + | + | + | + |
| | Ceratopogonidae | | + | + | + | + | + | + | + | |
| | Culicidae | | + | | + | | | | | |
| | Dixidae | | + | | | | | | | |
| | Simuliidae | | + | | + | | | | | |
| | Tipulidae | | + | | + | + | + | + | + | + |

| | | | | | | | | | |
|--------------------|---------------------------|---|---|---|---|---|--|---|---|
| | Dolichopodidae | | + | + | | | | | |
| | Pediciidae | | | + | | | | | |
| | Drosophilidae | | | + | | | | | |
| | Limoniidae | | | + | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| Coleoptera | Elmidae | + | + | + | + | + | | + | + |
| | Hydrophilidae | + | | | + | + | | + | |
| | Psephenidae | | | + | | | | | |
| | Staphylinidae | | | + | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| Odonata | Gomphidae ¹ | + | + | | | | | | |
| | Libellulidae ³ | + | + | + | | | | | |
| | Corduliidae | + | | | | | | + | |
| | Macromilidae | | + | | | | | | |
| | Coenagrionidae | | | + | | | | | |
| | Hydropsychidae | | | + | | | | | |
| | Philopotamidae | | | + | | | | | |
| | Metrotopopidae | + | | | | | | | |
| Hemiptera | Ambrymae | + | | | | | | | |
| | Naucoridae ² | + | + | + | | | | | |
| | Gerridae | + | + | + | | | | | |
| | Vellidae | | + | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| Megaloptera | | + | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| Araneae | Hydracarina | + | | | | | | | |
| | Pisauriidae | + | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| Lepidoptera | Phyalidae | + | | + | | | | + | |
| | | | | | | | | | |
| Plecoptera | Heptagenidae | + | | | | | | + | + |

| | | | | | | | | | | |
|---------------------|-------------------------|------------------|---|--|---|---|--|--|---|---|
| | | Perlidae | + | | | | | | + | + |
| | | Ephemerelellidae | + | | | | | | | |
| | | Nemouridae | + | | | | | | | |
| | | Peltoperlidae | + | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Malacostraca | Decapoda | Panopeidae | | | + | | | | | |
| Entognatha | Collumbela | Entomobrydae | | | + | | | | | |
| | | Isotomidae | + | | + | | | | | |
| Polychaeta | Phyllodoceidae | Nereididae | | | + | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Oligochaeta | | Enehaytracidae | | | + | | | | | |
| | | Naididae | | | | | | | + | |
| | | Limnodriidae | + | | | | | | | |
| | | Tubificidae | + | | | | | | | |
| | | Aulodriidae | + | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Clitellata | Athynchobdellida | erpobdellidae | | | + | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Gastropoda | | Thiaridae | | | | + | | | | |
| | | Hydrobiidae | + | | | | | | | |
| | | Melanopsidae | + | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Bivalvia | | Psamobiidae | | | | | | | | + |

Keterangan: + = ditemukan di sungai saat sampling

Keanekaragaman Makrovertebrata Air

Keanekaragaman spesies makrovertebrata air di sungai pada daerah tropis lebih tinggi dibandingkan dengan daerah temperate. Makrovertebrata air yang ditemukan di sungai-sungai yang ada di Provinsi Papua Barat, sangat beragam dan tersebar secara luas dari hulu, hilir, sampai dekat dengan muara sungai. Pengambilan sampel dilakukan pada aliran sungai yang memiliki salinitas 0 ppm. Pengambilan sampel dilakukan pada tipe habitat yang berbeda-beda disungai, yakni aliran sungai beraliran lambat di tepi sungai, aliran yang beraliran cepat di bagian tengah sungai, dan pada tipe habitat lubuk (*pool*) yang agak dalam, sehingga keseluruhan tipe habitat di sungai terwakili.

Hasil dari beberapa penelitian ini menemukan bahwa terdapat 1 famili insekta air yang tersebar secara kosmopolitan pada semua sungai yang menjadi lokasi pengambilan sampel, yaitu Chironomidae. Famili insekta air lainnya seperti Baetidae, Leptolebiidae, Ceratopogonidae, Tipulidae dan Elmiidae ditemukan pada 7 sungai yang menjadi lokasi pengambilan sampel (Tabel 1). Dapat dipastikan bahwa famili-famili makrovertebrata air yang ditemukan tersebar secara luas pada beberapa sungai di Papua Barat termasuk dalam kelompok makrovertebrata air yang dapat hidup dengan baik pada kondisi lingkungan yang luas dan tidak peka terhadap tekanan lingkungan akibat masuknya bahan pencemar dan perubahan tipe habitat akibat adanya gangguan antropogenik.

Keanekaragaman spesies seringkali merefleksikan integritas dari sebuah komunitas biologi yang ada dan dapat dihubungkan dengan kondisi kualitas lingkungan perairan. Keanekaragaman dan keseragaman biota di perairan sangat tergantung pada banyaknya spesies dalam suatu komunitas. Semakin banyak spesies yang ditemukan maka keanekaragaman semakin tinggi, dan sebaliknya Mushthofa *et al.* (2014).

Keanekaragaman komunitas makrovertebrata air sangat ditentukan oleh faktor fisika, kimia, dan biologi perairan (Pelealu *et al.*, 2018). Faktor fisika seperti kecepatan aliran air, kekeruhan, kecerahan dan suhu air. Faktor kimia seperti kandungan gas terlarut (oksigen terlarut), bahan organik, pH, kandungan hara, dan faktor biologis yakni komposisi jenis hewan dalam perairannya sebagai sumber makanan bagi hewan makrozoobentos dan hewan predator. Berbagai faktor fisika, kimia dan biologi ini merupakan faktor-faktor yang mempengaruhi kelimpahan dan keanekaragaman makrovertebrata air (Setyobudiandi, 2009).

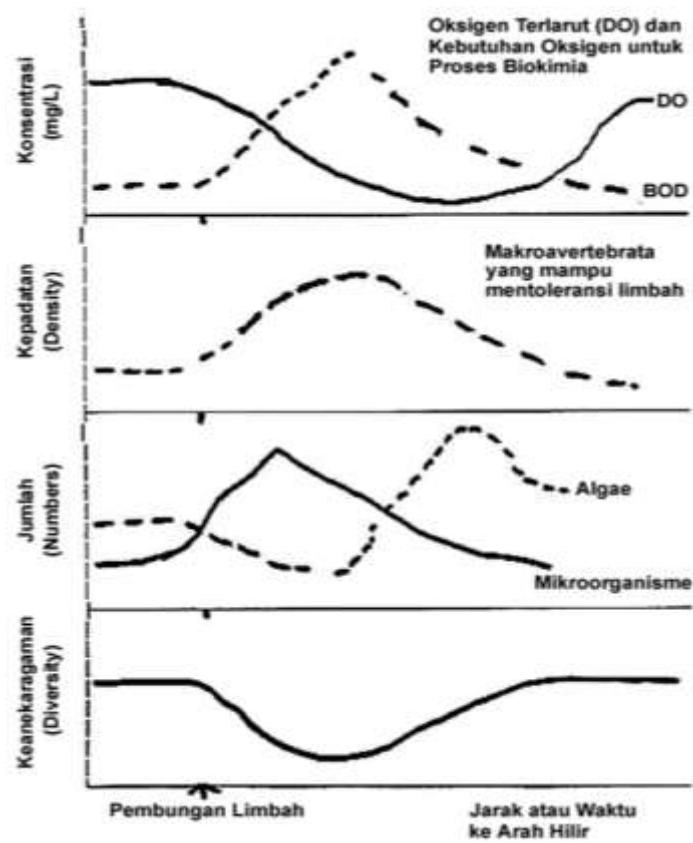
Tingkat keanekaragaman secara umum dapat dibagi ke dalam 3 kriteria yaitu $H' < 1$ dikategorikan mempunyai tingkat keanekaragaman komunitas rendah, $1 < H' < 3$ keanekaragaman komunitas sedang, dan $H' > 3$ termasuk keanekaragaman komunitas tinggi (Sudarso & Wardiatno, 2015). Menurut Lee *et al.* (1978) perairan yang belum tercemar memiliki indeks diversitas $> 2,0$; tercemar ringan 1,6-2,0; tercemar sedang 1,0-1,5, dan tercemar berat $< 1,0$. Nilai indeks keanekaragaman makrovertebrata air selalu bervariasi tergantung pada kualitas lingkungan perairan sungai. Sungai yang memiliki indeks keanekaragaman yang tinggi memberikan gambaran bahwa sebaran jumlah individu tiap famili makrovertebrata air yang ditemukan relatif seragam. Menurut Resosoedarmo *et al.* (1989), suatu komunitas memiliki keanekaragaman yang tinggi apabila disusun oleh banyak spesies dengan kelimpahan yang sama atau hampir sama. Nilai indeks keanekaragaman yang tinggi juga mengindikasikan komunitas makrovertebrata air berada dalam kondisi yang stabil. Di sungai yang memiliki nilai indeks keanekaragaman yang tergolong rendah, diindikasikan oleh sebaran jumlah individu tiap spesies yang tidak merata. Menurut Purnama *et al.* (2011) bahwa ekosistem perairan yang belum mengalami perubahan kondisi lingkungan akan menunjukkan jumlah individu yang merata pada hampir semua spesies yang ada. Sebaliknya ekosistem perairan yang telah mengalami perubahan kondisi lingkungan, penyebaran jumlah individu tidak merata karena ada jenis yang mendominasi. Rendahnya nilai indeks keanekaragaman pada kedua lokasi Logpond sangat terkait dengan tipe substrat pasir yang tergolong miskin bahan organik bagi makrozoobentos, terutama yang infauna (yang hidup dalam substrat dasar perairan).

Pengaruh Limbah Organik Terhadap Keanekaragaman Makrovertebrata Air

Keberadaan makrovertebrata pada suatu perairan sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan. Hal ini dapat dilihat dari hasil pengamatan parameter kualitas air, keanekaragaman, keseragaman, dominansi, kelimpahan dari makrovertebrata air. Sungai Nimbai merupakan salah satu sungai yang dimanfaatkan oleh perusahaan kelapa sawit milik PTPN II di Kabupaten Manokwari sebagai lokasi pembuangan akhir limbah hasil olahan buah kelapa sawit (*palm oil mill effluent*, POME) setelah di proses. Limbah POME ini menjadi salah satu sumber utama pencemar bahan organik yang berdampak bagi komunitas makrovertebrata air (Richards & Host, 1994; Madaki & Seng, 2013). Pada penelitian yang dilakukan di Sungai Nimbai pada lima stasiun pengamatan, dimana stasiun 1 berada di atas sebelum tempat pembuangan limbah cair dari pabrik kelapa sawit dan dijadikan sebagai stasiun rujukan, karena dianggap relatif alami bila

dibandingkan stasiun 2 sampai stasiun 4 yang terletak setelah instalasi pembuangan limbah pabrik kelapa sawit. Limbah organik kelapa sawit yang dibuang di perairan sungai Nimbai pada stasiun 2 kemudian mengalir ke stasiun 5. Pada stasiun 2 dampak dari buangan limbah organik kelapa sawit mengakibatkan penurunan kadar oksigen terlarut (DO) dan famili yang tingkat toleransi sedang dan tinggi menjadi meningkat. Hal ini diduga karena jarak antara tempat pembuangan limbah cair kelapa sawit (IPAL) ke stasiun 2 berjarak ± 200 m, sehingga kandungan limbah organik yang dilepaskan masih sangat tinggi. Jarak dari muara tempat buangan limbah organik kelapa sawit (IPAL) dengan stasiun 3 adalah 1,63 km, dan ke stasiun 4 berjarak 2,375 m dan jarak tempat buangan ke stasiun 5 adalah 3,985 km. Semakin jauh jarak dari muara tempat buangan limbah, maka kandungan limbah organik akan berkurang. Hal ini dapat terlihat dari faktor kimia perairan seperti meningkatnya kadar oksigen terlarut dan menurunnya kandungan minyak dan lemak (< 1 mg/l). Selain itu total kelimpahan mutlak makrovertebrata air pada Stasiun 2 yang tergolong dalam kategori agak buruk, lebih tinggi dibandingkan Stasiun lainnya. Kelimpahan makrovertebrata ir dengan toleransi sedang sampai tinggi (Baetidae, Caenidae dan Tubificidae) lebih tinggi (dominan) pada stasiun 2 dan jumlah individu ketiga famili tersebut semakin berkurang pada stasiun yang semakin jauh dari sumber buangan limbah. Pengaruh limbah organik terhadap kondisi fisik perairan dan makrovertebrata air dapat dilihat dalam Gambar 1 di bawah ini.

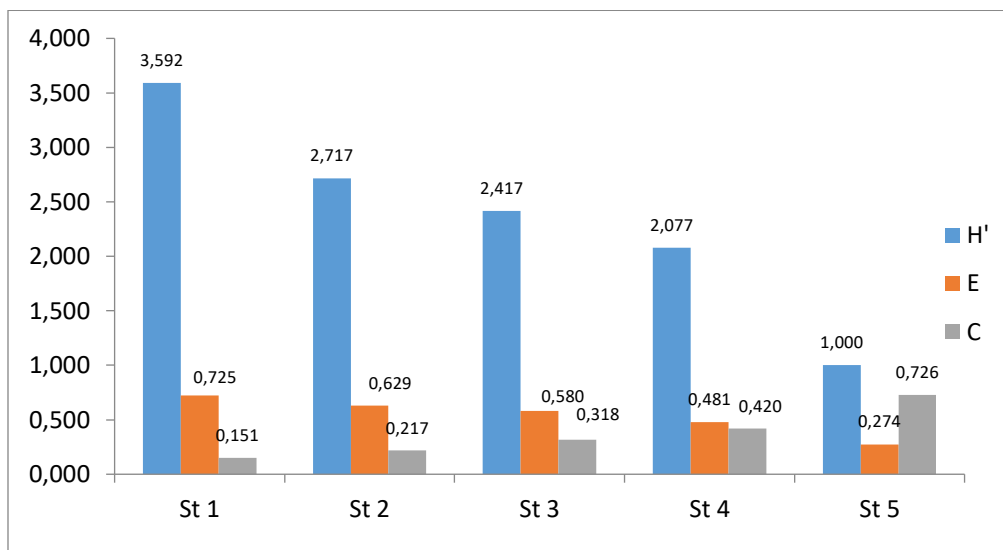
Berdasarkan teori Shelford (Odum, 1971), makrovertebrata dapat bersifat toleran maupun bersifat sensitif terhadap perubahan lingkungan. Organisme yang memiliki kisaran toleransi yang luas akan memiliki penyebaran yang luas pula, sebaliknya organisme yang kisaran toleransi sempit (sensitif) memiliki penyebaran yang sempit pula. Pada stasiun 5, kelimpahan Tubificidae (Oligochaeta), mencerminkan komunitas berada di bawah pengaruh stres lingkungan akibat meningkatnya bahan pencemar POME yang menurunkan kandungan pH (Plafkin *et al.*, 1989) pada stasiun 2. Karena setiap jenis makrovertebrata memiliki tingkat toleransi yang berbeda-beda terhadap bahan pencemar organik dan faktor-faktor abiotik lainnya dalam ekosistem sungai (Rosenberg & Resh, 1993).



Gambar 1. Pengaruh limbah organik pada suatu ekosistem sungai (Dimodifikasi dari Bartsch dan Ingram, 1975), dimodifikasi oleh Manangkalangi *et al.* (2012).

Menurut Mate (2017), limbah organik POME yang berasal dari pembuangan pabrik pengolahan kelapa sawit PTPN II di stasiun 2 membuat indeks keanekaragamana (H') makrovertebrata menjadi rendah (Gambar 2). Jumlah famili makrovertebrata air berkurang dari 31 famili yang ada di stasiun 1, terus berkurang pada stasiun 2 san seterusnya sampai hanya tersisa 14 famili pada stasiun 5. Indeks keseragaman menunjukkan pola penurunan yang sama dengan indeks keanekaragaman, yang mengindikasikan bahwa penyebaran makrovertebrata air semakin terbatas akibat adanya gangguan limbah POME. Pola yang berbeda ditunjukkan oleh indeks dominansi, dimana memperlihatkan kenaikan indeks setelah stasiun 2 dan seterusnya dan paling tinggi dominansi terdapat pada stasiun 5. Pada stasiun 5, nilai keanekaragaman paling rendah (1,000), sebaliknya nilai dominansi paling tinggi di antara stasiun lainnya, yaitu 0,726. Tingginya nilai dominansi ini ditandai dengan peningkatan jumlah individu dari famili Baetidae, dengan kelimpahan 645,33 ind/m².(Tabel 6). Dominasi famili Baetidae pada St 5 berkaitan erat dengan

adanya gangguan lingkungan, yaitu terbukanya riparian pada tepi sungai yang mengakibatkan meningkatnya suhu perairan. Menurut Clarke *et al.* (2008), umumnya pada daerah sungai dekat hulu (St 1), keanekaragaman makrovertebrata lebih tinggi dibandingkan daerah hilir pada (St 5). Kondisi yang sama juga dikemukakan oleh Leatemia *et al* (2016) dalam kajiannya di Sungai Aimasi, menemukan bahwa Nilai indeks keanekaragaman (H') makrovertebrata air pada stasiun 1 memiliki nilai yang tinggi, terkait kondisi lingkungan, kualitas air yang masih baik dan vegetasi riparian di sisi kiri dan kanan yang masih alami dan didominasi oleh vegetasi pohon yang berukuran besar (vegetasi asli) (Maruru, 2012). Banyaknya vegetasi riparian di tepi aliran sungai dapat menyediakan bahan organik berupa serasah tumbuhan yang merupakan makanan utama bagi makroinvertebrata air (Cummins *et al.*, 1989).



Gambar 2. Indeks keanekaragaman (H'), indeks keseragaman (E), dan indeks dominansi makrovertebrata air pada 5 stasiun pengamatan di sungai Nimbai (sumber: Mate, 2017)

Buangan limbah organik kelapa sawit (POME) memberikan dampak bagi makrovertebrata air di Stasiun 2 meningkat menjadi kategori agak buruk karena terpolusi banyak bahan pencemar organik. Semakin jauh dari sumber buangan bahan pencemar pada Stasiun 2 terjadi pencucian/pengeceran konsentrasi limbah organik, sehingga pada Stasiun 3 sampai Stasiun 5 kualitas perairan Sungai Nimbai mulai membaik kembali dengan kategori cukup sampai baik sekali.

Kesimpulan

Makroavertebrata air berperan penting dalam rantai makanan di sungai. Kelompok makrovertebrata air yang dominan ditemukan pada beberapa sungai di Papua Barat adalah insekta air, yang merupakan makan alami bagi ikan yang ada di sungai. Komposisi dan Keanekaragaman famili makroavertebrata air sangat dipengaruhi oleh faktor fisika, kimia dan biologi perairan. Makroavertebrata air sangat baik dimanfaatkan sebagai bioindikator untuk mengetahui kualitas perairan sungai karena dapat mencerminkan preferensi habitatnya, mobilitasnya rendah dan memiliki toleransi yang berbeda-beda antara spesies terhadap masukan bahan pencemar ke dalam perairan.

Daftar Pustaka

- Armitage PD, Moss D, Wright JF, Furse MT. 1983. The performance of a new biological water quality score system based on macroinvertebrates over a wide range of unpolluted running water sites. *Water Res.* 17: 33-47.
- Bartsch AF, Ingram WM. 1975. Stream life and the pollution environment., *Dalam: Keup LE, Ingram WM, MacKenthun KM (eds.). Biology of water pollution.* Washington, D.C.: U.S. Department of the Interior. pp. 119-127.
- Berg MB, Hellenthal RA. 2008. *The role of Chironomidae in energy Flow of a lotik ecosystem.* Netherlands. *Journal of Aquatic Ecology* 26: 471-476.
- Bouchard RW. 2004. *Guide to aquatic invertebrates of the Upper Midwest: identification manual for students, citizen monitors, and aquatic resource professionals.* University of Minnesota.
- Cummins KW, Wilzbach MA, Gates DM, Perry JB, Taliaferro WB. 1989. Shredders and riparian vegetation. *BioScience.* 39: 24-30.
- Diantari NRN, Ahyadi H, Rohyani IS, Suawa IW. 2017. Keanekaragaman serangga Ephemeroptera, Plecoptera, dan Trichoptera sebagai bioindikator kualitas perairan di Sungai Jangkok, Nusa Tenggara Barat. *Jurnal Entomologi Indonesia* 14 (3): 135-142.
- Dudgeon D, Arthington AH, Gessner MO, Kawabata ZI, Knowler DJ, Leveque C, Naiman RJ, Richard AH, Soto D, Stiassny MLJ, Sullivan CA. 2006. Freshwater biodiversity: importance, threats, status and conservation challenges. *Biological Reviews* 81:163-182.
- Hilsenhoff WL. 1988. Rapid field assessment of organic pollution with a family level biotic index. *Journal of the North American Benthological Society.* 7: 65-68.
- Hynes KE. 1998. *Benthic macroinvertebrate diversity and biotic indices for monitoring of 5 urban and urbanizing lakes within the halifax regional municipality (HRM), Nova Scotia, Canada.* Soil & Water Conservation Society of Metro Halifax. xiv, 114p.

- Leatemia SPO, Wanggai EC, Talakua S. 2016. Kelimpahan dan keanekaragaman makrovertebrata air pada kerapatan vegetasi riparian yang berbeda di Sungai Aimasi Kabupaten Manokwari. *The Journal of Fisheries Development* 3 (1): 23-36.
- Leatemia SPO, Manangkalangi E, Lefaan PTh, Peday HFZ, Sembel L. 2017. Makrovertebrata bentos sebagai bioindikator kualitas air Sungai Nimbai Manokwari, Papua Barat. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia (JIPI)* 22 (1): 25-33.
- Leatemia SPO, Sembel L, Manangkalangi M. 2018. Monitoring habitat perairan pada Blok RKT dan Dermaga Logpond Sime, serta Logpond Mandiri di wilayah kerja PT. Wijaya Sentosa Kabupaten Teluk Wondama. (Laporan penelitian).
- Lee TD. 1978. Handbook of variables of environmental impact assessment. Arbor: An Arbor Science Publisher Inc.
- Lenat DR. 1993. A biotic index for the southeastern United States: derivation and list of tolerance values, with criteria for assigning water-quality ratings. *Journal of the North American Benthological Society*. 12: 279-290.
- Madaki YS., Seng L. 2013. Pollutan control how feasible is zero discharge concept in Malaysia palm oil mills. *American Journal of Engineering Research*, 2 (10): 239-252.
- Manangkalangi E, Rahardjo MF, Sjafii DS, Sulistiono. 2009. Pengaruh Kondisi Hidrologi Terhadap Komunitas Makrovertebrata di Sungai Aimasi dan Sungai Nimbai, Manokwari. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. 5: 99-110.
- Manangkalangi E, Leatemia SPO, Lefaan PTh, Peday HFZ. 2012. Strategi konservasi *in situ* ikan pelangi arfak (*Melanotaenia arfakensis*) pada sistem Sungai Prafi Manokwari dan upaya domestikasinya. [Laporan Penelitian]. LPPM Universitas Negeri Papua. Manokwari.
- Manangkalangi E, Leatemia SPO, Lefaan PTh, Peday HFZ. 2014. strategi konservasi *in situ* ikan pelangi arfak (*Melanotaenia arfakensis*) pada sistem Sungai Prafi Manokwari dan upaya domestikasinya. (Laporan penelitian). Lembaga Penelitian dan Pengabdian Pada Masyarakat. Universitas Negeri Papua.
- Maruru SMM. 2012. Studi kualitas air sungai Bone dengan metode biomonitoring [skripsi]. Universitas Negeri Gorontalo. Gorontalo.
- Mate Y. 2017. Sebaran spasial makrovertebrata air akibat pencemaran limbah organik *palm oil mill effluent* (POME) di Sungai Nimbai Distrik Prafi Kabupaten Manokwari. (skripsi). Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Papua.
- Mushthofa A, Muskananfolo MR, Rudianti S. 2014. Analisis struktur komunitas makrozoobentos sebagai bioindikator kualitas perairan sungai Wending kabupaten Demak. *Journal of Maquares* 3 (1): 81-88.
- Odum EP. 1971. Fundamental of ecology, third ed. Samingan T, Srigandono B (Penterjemah). 1993. *Dasar-dasar ekologi*. Gajah Mada University Press. Terjemahan dari: Fundamental of Ecology. Edisi ketiga

- Pelealu GVE, Koneri R, Butar Butar RR. 2018. Kelimpahan dan keanekaragaman makrozoobentos di sungai Air Terjun Tunan, Talawaan, Minahasa Utara, Sulawesi Utara. *Jurnal Ilmiah Sains* 18 (2): 97-102.
- Pedai M. 2019. Kelimpahan dan keanekaragaman makroavetebrata air pada tipe habitat berbeda di Sungai Maruni Kabupaten Manokwari Provinsi Papua Barat. (skripsi). Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Papua.
- Plafkin JL, Barbour MT, Porter KD, Gross SK, Hughes RM. 1989. *Rapid Bioassessment Protocols for use in Streams and Rivers: Benthic Macroinvertebrates and Fish*. U.S. Environmental Protection Agency. EPA 440/4-89/00. 8 chapters, Appendices A-D.
- Richards C dan Host G. 1994. Examining land use influences and streams habitat and macroinvertebrates: a GIS approach. *Water Resources Bulletin*, 30, 729-738.
- Rosenberg DM, Resh VH. (eds.) 1993. *Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates*. Chapman & Hall, New York.
- Setyobudiandi I, Sulistiono, Yulianda F, Kusuma C, Haryadi S, Damar A, Sembiring A, Bahtiar. 2009. Sampling dan analisis data perikanan dan kelautan. FPIK-IPB. Bogor.
- Sudarso J, Wardiatno Y. 2015. Penilaian status mutu sungai dengan indikator makrozoobentos: Penerbit pena nusantara. Bogor.
- Thompson B, Lowe S. 2004. Assesment of macrobenthos respon to sediment contamination in the San Fransisco Estuary. California. USA. *J Environ Toxicol*. 23 (9): 2178-2187.
- Tjokrokusumo SW. 2006. Bentik makroinvertebrata sebagai bioindikator polusi lahan perairan. *Jurnal Hidrosfir* 1 (1): 8-20.
- Wiwoho. 2005, Model identifikasi daya tampung beban cemaran sungai dengan QUAL 2E (studi kasus Sungai Babon) (tesis). Sekolah Tinggi Pasca Sarjana. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Yoku SN. 2019. Penentuan kesehatan sungai menggunakan makroavetebrata air: studi kasus Sungai Nimbai Distrik Prafi Kabupaten Manokwari, (skripsi). Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Papua.