

## Hubungan Antara Tipe Penggunaan Lahan dengan Kualitas Air di Sungai Rembangan, Kabupaten Jember

### *The Correlation Between Type of Land Use and Water Quality in the Rembangan River, Jember Regency*

Fefi Eka Wardiani, Retno Wimbaningrum\*), Rendy Setiawan  
 Jurusan Biologi FMIPA Universitas Jember  
 \*E-mail: wimbaningrum.fmipa@unej.ac.id

#### ABSTRACT

The river is one of the important water sources and at this time the river water quality has decreased. The type of land use around the river is thought to have a significant contribution to river water quality. This research was conducted to determine of correlation between the type of land use and water quality in Rembangan River, Jember Regency. The study was carried out at four stations that passed through secondary forests, coffee plantations, rice fields and residential housing. The data of biodiversity and density of plants and physical-chemical parameters of river water were noted, and benthic macroinvertebrates samples were collected at each station. Data of biodiversity and density plants were used to determine of environmental services index (ESI) values. Benthic macroinvertebrates samples were identified at the family level, and after that the tolerance score and the abundance of each family was determined. The last two data were analyzed to determine of Family Biotic Index (FBI) values. The value of ESI, physico-chemical parameters of river water and FBI were analyzed to determine the relationship between these variables by using Pearson correlation analysis ( $\alpha < 0.05$ ). The research result revealed that the type of land use (ESI) was significantly related to the biological quality of river water (FBI) as indicated by the p value  $> 0.05$ . The correlation characteristic is negative and very strong ( $R = 0.886$ ). High ESI values indicate that the diversity and carbon sequestration of plant community around the river are in good condition and vice versa. Low HBI values indicate good river water quality and vice versa. Based on this research, each land use type must provide space for the natural growth of the plant community to maintain the quality of river water to remain good.

**Keywords:** river, benthic macroinvertebrates, land use, water quality, ESI, FBI.

#### PENDAHULUAN

Air adalah unsur yang penting bagi kehidupan di bumi dan salah satu sumber air adalah sungai. Sungai memiliki peranan penting bagi kehidupan manusia, antara lain sebagai pengendali banjir, sarana transportasi, sumber air, dan irigasi (Awal *et al.*, 2014). Setiap pemanfaatan air sungai membutuhkan kualitas yang berbeda-beda, misalnya pemanfaatan air sungai untuk bahan baku air minum dan untuk irigasi membutuhkan kualitas yang berbeda. Menurut Setyowati (2016), kualitas air sungai dipengaruhi oleh limbah dari penggunaan lahan di sekitar. Wimbaningrum (2016) juga menyatakan bahwa variasi penggunaan lahan di sekitar sungai dapat mempengaruhi kualitas airnya.

Menurut Parlindungan (2014) lahan adalah ruang fungsional untuk mewartakan beragam penggunaan yang berdampak pada perbedaan kualitas jasa lingkungan masing-masing tipe penggunaan lahan. Nilai jasa lingkungan penggunaan lahan dapat ditentukan dengan

menjumlahkan nilai indeks biodiversitas dan nilai indeks sekuestrasi karbon suatu tipe penggunaan lahan. Hutan memiliki nilai indeks jasa lingkungan yang tinggi karena nilai indeks biodiversitas dan sekuestrasi karbonnya tinggi, sebaliknya persawahan memiliki nilai indeks jasa lingkungan yang rendah (Pagiola *et al.*, 2007).

Tata guna lahan bersama-sama kualitas air mempengaruhi biota sungai termasuk makroinvertebrata bentos. Penilaian kualitas air sungai berdasarkan makroinvertebrata bentos memiliki kelebihan daripada parameter fisika-kimia. Kualitas fisika dan kimia air sungai bersifat fluktuatif sehingga harus dilakukan pengukuran berulang kali secara periodik. Sementara itu, keberadaan makroinvertebrata bentos mampu menggambarkan kualitas air sungai yang sebenarnya karena kelompok hewan ini hidupnya menetap dan mampu merekam perubahan lingkungan yang terjadi di habitatnya (Abel, 1989).

Data keanekaragaman dan kelimpahan

makroinvertebrata bentos dianalisis untuk menentukan nilai indeks biotik yaitu *Family Biotic Index* (FBI). Penilaian kualitas air sungai menggunakan makroinvertebrata bentos sebagai bioindikator telah banyak dilakukan di Indonesia (Mariantika & Retnaningdyah, 2014; Septiani *et.al.*, 2014; Wimbaningrum, 2016). Salah satu sungai yang memiliki nilai penting bagi masyarakat Jember adalah Sungai Rembangan. Sungai Rembangan adalah salah satu bagian dari Daerah Aliran Sungai (DAS) Bedadung Jember. Saluran sungai ini melewati beberapa tipe penggunaan lahan antara lain hutan, perkebunan, persawahan dan pemukiman. Variasi tipe penggunaan lahan tersebut diduga berpengaruh terhadap kualitas air Sungai Rembangan. Namun sampai saat ini belum ada informasi tentang hubungan antara tipe penggunaan lahan dengan kualitas air sungai Rembangan yang ditentukan berdasarkan nilai indeks biotik dari data makroinvertebrata bentos. Berdasarkan uraian tersebut di atas maka dilakukan penelitian tentang “Hubungan antara Tipe Penggunaan Lahan dengan Kualitas Air Sungai Rembangan, Jember”.

## METODE

### Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian adalah Sungai Rembangan yang berada di Desa Kemuning Lor, Kecamatan Arjasa, Kabupaten Jember. Analisis data dilakukan di Laboratorium Ekologi, Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Jember. Penelitian di lapang dilaksanakan pada bulan Februari hingga April 2018 pada jam 08.00-15.00 WIB.

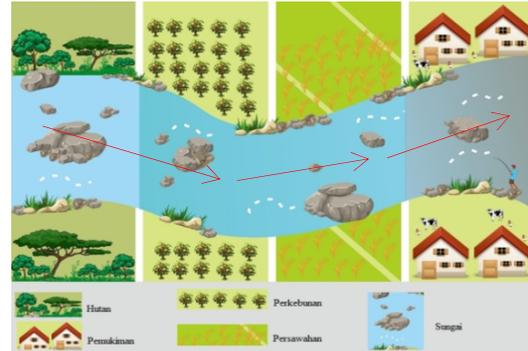
### Rancangan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian observasi. Tahap-tahap penelitian meliputi penentuan stasiun penelitian, pencatatan data dan pengambilan hewan makroinvertebrata bentos contoh di lokasi penelitian, dan identifikasi makro invertebrata bentos contoh dan analisis data di laboratorium.

### Penentuan Stasiun Penelitian

Penentuan stasiun penelitian didasarkan tipe penggunaan lahan yang berbeda. Stasiun penelitian adalah sungai yang melewati empat tipe penggunaan lahan, yaitu hutan sekunder (stasiun 1), perkebunan kopi (stasiun 2), persawahan (stasiun 3), dan pemukiman (stasiun 4) (Gambar 1). Setiap stasiun penelitian dibagi menjadi tiga substasiun yang jaraknya satu dengan yang lain  $\pm 100$  m dengan posisi substasiun 1,2, dan 3 secara berturut-turut adalah searah dengan aliran air. Pengukuran parameter fisika-kimia dan pengambilan makroinvertebrata bentos contoh pada setiap substasiun dilakukan pada tiga tempat yaitu di bagian sisi dalam sungai sebelah kiri, kanan serta tengah

Posisi koordinat stasiun penelitian ditentukan dengan menggunakan *Global Positioning System* (GPS) Garmin Etrex 10. Posisi koordinat stasiun 1 adalah 08°03'19,9" Lintang Selatan (LS) dan 113°40'40,2" Bujur Timur (BT); stasiun 2 adalah 08°09'93,8" LS dan 113°41'12,1" BT; stasiun 3 adalah 08°05'30,6" LS dan 113°40'46,2" BT; dan stasiun 4 adalah 08°05'21,2" LS dan 113°41'37,7" BT (Gambar 2).



Gambar 1. Empat stasiun penelitian

## Penelitian di Lapang

### Pengukuran Parameter Fisika–Kimia Air

Parameter fisika dan kimia air sungai diukur secara *in situ*. Parameter fisika yang diukur meliputi debit, kecerahan, suhu, warna, dan bau air sungai, sedangkan parameter kimianya meliputi oksigen terlarut (DO) dan pH.



Gambar 2. Posisi koordinat empat stasiun penelitian (Google Earth Pro, 2018)

Debit air diukur dengan menentukan terlebih dahulu nilai dari kecepatan arus dan kedalaman air sungai serta lebar sungai. Kecepatan arus air diukur dengan menggunakan bola ping pong yang dihanyutkan pada jarak 1 m (penentuan jarak dengan pita ukur) dan dicatat waktu yang dibutuhkan bola ping pong untuk mencapai ujung akhir pita ukur dengan menggunakan *stopwatch*. Lebar sungai diukur dengan menggunakan tali tampar plastik.

Kedalaman air sungai diukur setelah melakukan pengukuran kecerahan air menggunakan keping *Secchi*. Kecerahan air sungai diukur dengan memasukkan keping *Secchi* ke dalam sungai secara tegak lurus terhadap permukaan air hingga cakram bagian putih tidak tampak. Nilai kecerahan ditentukan dengan mencatat panjang tali dari permukaan sampai batas saat keping *Secchi* tidak

tampak. Setelah pengukuran kecerahan selesai, keping *Secchi* terus ditenggelamkan sampai mencapai dasar sungai sehingga dapat diketahui kedalaman air sungai.

Suhu air diukur bersama-sama dengan pengukuran DO dengan alat DO meter Lutron. *Probe* DO meter dicelupkan ke dalam air sedalam 5 cm kemudian ditunggu sampai proses pembacaan konsentrasi DO oleh DO meter stabil. Angka pada layar DO meter yang menunjukkan suhu air kemudian dicatat sebagai data suhu air, demikian pula angka yang menunjukkan DO dicatat sebagai data DO.

Pengukuran nilai pH menggunakan pH meter Hanna. Nilai pH diukur dengan mencelupkan pH meter ke dalam air sedalam 5 cm dan angka yang tampak di layar dicatat sebagai data pH air.

Pengukuran data kualitatif warna dan bau air sungai dilakukan oleh orang yang sama. Penentuan bau dilakukan secara *organoleptic*, yakni mencium bau yang muncul pada air sungai. Berdasarkan hasil penciuman kemudian dicatat kualitas bau dengan kategori tidak berbau, berbau sedang dan berbau menyengat. Data warna visual air sungai diperoleh dengan cara mengamati air sungai. Warna air sungai dikategorikan menjadi jernih, agak keruh, dan keruh.

**Pengambilan Spesimen Makroinvertebrata Bentos**

Pengambilan spesimen makroinvertebrata bentos dilakukan dengan menggunakan jala *Surber* sebanyak tiga kali pada tiap substasiun penelitian. Jala *Surber* ditempatkan pada dasar sungai dengan posisi kantong jala yang terbuka menghadap ke arah datangnya air dengan bagian bingkai jala terletak di dasar sungai. Jika di dalam bingkai jala *Surber* terdapat batu besar maka makroinvertebrata bentos yang melekat di permukaannya disikat dengan sikat gigi agar terlepas dari substratnya dan masuk ke dalam kantong jala. Jika substrat di dalam bingkai berupa kerikil, pasir atau lumpur maka substrat tersebut diaduk-aduk dengan tangan agar makroinvertebrata masuk ke dalam kantong jala. Bahan-bahan yang terkumpul tersebut dituang ke nampan plastik kemudian dilakukan pemisahan antara makroinvertebrata bentos dengan bahan lain. Makroinvertebrata bentos diambil dengan pinset atau pipet tetes kemudian dimasukkan ke dalam botol flacon dan diberi alkohol 70% (Kalyoncu & Zeybek, 2011).

**Pencatatan Data Tipe Penggunaan Lahan**

Data tipe penggunaan lahan digunakan untuk menentukan nilai indeks jasa lingkungan (*Environmental Services Index*, ESI). Pada stasiun 1 dilakukan pengamatan ekosistem pada sisi kirikan Sungai Rembangan serta dicatat tipe habitus tumbuhan (herba, semak, dan pohon) dan kerapatannya secara kualitatif. Pada stasiun 2 dilakukan pengamatan dan pencatatan jenis tanaman perkebunan selain kopi yang juga tumbuh diantara tanaman kopi di sekitar Sungai Rembangan. Pada stasiun 3 diamati dan dicatat fase penanaman

tanaman padi di area sekitar Sungai Rembangan. Pada stasiun 4 dicatat keberadaan vegetasi dan pemukiman penduduk di sekitar Sungai Rembangan.

**Penelitian di Laboratorium**

**Penghitungan Jumlah Individu Setiap Famili dan Identifikasi Spesimen Makroinvertebrata Bentos**

a. Penghitungan Jumlah Individu Setiap Famili Makroinvertebrata Bentos

Semua sampel dari setiap stasiun dipisahkan dan dikelompokkan berdasarkan kesamaan morfologi pada tingkat takson famili. Selanjutnya, setiap famili dihitung jumlah individunya. Penghitungan nilai FBI hanya membutuhkan total individu seluruh famili 100. Jika total sampel yang terkumpul lebih dari 100, maka dilakukan pengambilan sampel masing-masing famili dengan jumlah sesuai proporsi saat ditemukan di lokasi penelitian. Sampel makroinvertebrata bentos yang terpilih, dibersihkan menggunakan alkohol 70% untuk memudahkan saat pengamatan.

b. Identifikasi Spesimen Makroinvertebrata Bentos  
 Kelompok makroinvertebrata bentos yang telah dipisah-pisahkan diamati dengan menggunakan mikroskop. Ciri-ciri morfologi spesimen yang diamati dicatat secara lebih rinci. Setelah itu spesimen dipotret dengan posisi tetap di mikroskop. Ciri-ciri morfologi dan foto spesimen digunakan untuk identifikasi dengan menggunakan jurnal dan buku-buku identifikasi yang mendukung (Macan, 1959; Dumbleton, 1962; Needham & Needham, 1962; Hawking, 1995; Merrit & Cummins, 1996; Epler, 2001; Fischer & Neu, 2002; Setyorini, 2007; Malzacher, 2009; Jacobus & Fleek, 2010; Gattolliat & Staniczek, 2011; Neto & Gessner, 2011; Butakka *et al.*, 2014; Karaouzas, 2014; Godunko *et al.*, 2015; Ciadamidaro *et al.*, 2016; Ferreira *et al.*, 2017; Munoz *et al.*, 2017). Hasil identifikasi adalah data nama famili makroinvertebrata bentos.

**Penentuan Nilai Parameter Fisika dan Kimia**

a. Penentuan Nilai Debit Air

Data kecepatan arus air, lebar sungai dan kedalaman air sungai digunakan untuk menentukan debit air. Debit air ditentukan dengan menggunakan persamaan 1 (Hauer & Lamberti, 1996).

$$Q = A \cdot v \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan: Q = debit air, A=hasil pengalihan lebar dengan kedalaman air, v = kecepatan arus.

b. Konversi Data Kualitatif Bau dan Warna menjadi Data Kuantitatif

Data kualitatif fisika air yang meliputi warna dan bau air dikonversi menjadi data kuantitatif. Warna air yang tidak jernih (keruh) diberi nilai 0, warna air sedang (tidak keruh tetapi tidak jernih) diberi nilai 0,5 dan warna air jernih diberi nilai 1. Air sungai yang berbau menyengat diberi nilai 0, air sungai yang memiliki bau tidak terlalu menyengat diberi nilai 0,5 dan yang tidak berbau diberi nilai 1.

### Analisis Data

#### a. Penentuan Kualitas Air Sungai Rembangan Berdasarkan Nilai FBI

Data nama famili, nilai toleransi setiap famili, dan jumlah individu setiap famili makroinvertebrata bentos digunakan untuk menentukan nilai FBI. Nilai FBI ditentukan menurut persamaan 2 (Mandaville, 2002). Berdasarkan nilai FBI, kualitas air dapat digolongkan menjadi tujuh kategori (Tabel 1).

$$FBI = \frac{\sum x_i \cdot t_i}{n} \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan:  $x_i$  = jumlah individu famili  $i$ ,  $t_i$  = nilai toleransi famili  $i$ , dan  $n$  = jumlah individu seluruh famili (100).

Tabel 1. Penggolongan kriteria kualitas air menurut nilai FBI (Mandaville, 2002)

Indeks	Kualitas Air	Tingkat Pencemaran
0,00-3,75	Paling Baik	Tidak terpolusi bahan organik
3,76-4,25	Sangat Baik	Sedikit terpolusi bahan organik
4,26-5,00	Baik	Terpolusi beberapa bahan organik
5,01-5,75	Sedang	Terpolusi agak banyak
5,76-6,50	Agak Buruk	Terpolusi banyak
6,51-7,25	Buruk	Terpolusi sangat banyak
7,26-10,00	Sangat Buruk	Terpolusi berat bahan organik

#### b. Penentuan Nilai Indeks Jasa Lingkungan

Data hasil pengamatan lahan di sekitar sungai pada setiap stasiun dicocokkan dengan nilai indeks biodiversitas dan indeks sekuestrasi karbon dengan merujuk pada Pagiola *et al.* (2007). Kedua nilai indeks tersebut selanjutnya dijumlahkan sehingga diperoleh nilai indeks jasa lingkungan (ESI).

#### c. Penentuan Hubungan Antara Tipe Penggunaan Lahan dengan Kualitas Air

Data parameter fisika (debit, suhu, kecerahan, warna dan bau air), kimia (DO dan pH), nilai FBI dan nilai ESI disusun dan dimasukkan ke dalam satu tabel. Data tersebut kemudian dianalisis dengan analisis korelasi Pearson untuk mengetahui hubungan antara tipe penggunaan lahan dengan kualitas air Sungai Rembangan.

Analisis korelasi Pearson dipilih untuk uji korelasi karena hasil analisis normalitas dan homogenitas data yang dilakukan sebelumnya menunjukkan bahwa data hasil penelitian ini bersifat normal dan homogen. Analisis dilakukan dengan menggunakan Program Statistik SPSS 15.0.

Keamatan atau kekuatan hubungan diantara variabel ditentukan berdasarkan nilai koefisien korelasi (R). Kategori kekuatan hubungan dua variabel berdasarkan koefisien korelasi (R) dibagi menjadi lima sehingga terdapat lima kategori kekuatan hubungan antar variabel (Tabel 2) (Santosa, 2012).

Tabel 2. Klasifikasi nilai koefisien korelasi dan kategori kekuatan hubungan

Koefisien Korelasi (R)	Kategori
0,00-0,199	Sangat lemah
0,20-0,399	Lemah
0,40-0,599	Sedang
0,60-0,799	Kuat
0,80-10,00	Sangat Kuat

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Penggunaan Lahan di sekitar Sungai Rembangan

Pengamatan lahan di kiri dan kanan sungai pada empat stasiun penelitian menunjukkan variasi habitus dan jenis tumbuhan serta kondisi lahan. Sungai pada stasiun penelitian 1 berada di dalam hutan sekunder dengan lahan berada dalam kondisi baik, yang ditandai oleh keanekaragaman jenis tumbuhan yang tinggi dan tidak ada aktivitas masyarakat di dalamnya (Gambar 3). Data hasil pengamatan pada lahan sekitar sungai di stasiun penelitian 1 menunjukkan bahwa nilai ESI adalah 1,9 (Tabel 3).

Nilai ESI yang tinggi pada stasiun penelitian 1 didukung oleh nilai indeks biodiversitas (0,9) dan nilai indeks sekuestrasi karbon yang tinggi (1,0). Vegetasi yang tumbuh pada hutan sekunder di stasiun penelitian 1 menunjukkan struktur yang kompleks. Kondisi vegetasi yang kompleks ini meningkatkan biodiversitas liar di dalam ekosistem hutan sekunder yang kemudian menyebabkan nilai indeks biodiversitasnya menjadi tinggi. Keberadaan tumbuhan yang kompleks menciptakan perlindungan bagi hewan-hewan liar, mendukung propagasi tumbuhan liar hutan, menyediakan pakan yang berlimpah dan juga tempat bersarang bagi burung-burung liar, serta menjadi habitat yang baik bagi invertebrata (Pagiola *et al.*, 2007). Keberadaan pohon-pohon yang rapat juga meningkatkan kemampuan lahan di stasiun penelitian 1 untuk menyimpan karbon menjadi tinggi. Hairiah *et al.* (2011) menyatakan bahwa hutan merupakan penyimpan karbon terbesar.

Pada stasiun penelitian 2, sungai melewati perkebunan kopi. Di dalam perkebunan selain tanaman kopi sebagai tumbuhan yang dominan, juga ditemukan pohon durian, sengo dan alpukat yang sengaja ditanam (Gambar 3). Data hasil pengamatan pada lahan sekitar sungai di stasiun penelitian 2 menunjukkan bahwa nilai indeks jasa lingkungannya adalah

0,5 (Tabel 3). Nilai indeks jasa lingkungan yang rendah pada stasiun penelitian 2 disebabkan oleh nilai indeks biodiversitas yang rendah (0,3) dan nilai indeks sekuestrasi karbon yang rendah (0,2). Dominansi tanaman kopi menyebabkan penurunan biodiversitas liar. Struktur tumbuhan yang cenderung homogen hanya mampu menarik jenis-jenis organisme liar tertentu saja untuk datang atau bertempat tinggal. Penurunan biodiversitas liar kemungkinan disebabkan oleh penggunaan pestisida yang dapat mematikan kehidupan liar sasaran atau bukan sasaran pada perkebunan kopi. Kemampuan menyimpan karbon pada perkebunan kopi juga mengalami penurunan karena pohon yang tumbuh tidak rapat.

Pada stasiun penelitian 3, sungai melewati persawahan. Pada area persawahan, ditemukan tumbuh pohon kelapa sedangkan tanaman padi baru dipanen oleh petani (Gambar 3). Berdasarkan hasil pengamatan pada lahan sekitar sungai, nilai indeks jasa lingkungan lahan persawahan di stasiun 3 bernilai 0 (Tabel 3). Nilai indeks jasa lingkungan 0 memiliki makna bahwa biodiversitas di lahan persawahan adalah 0 karena lahan biasanya hanya ditumbuhi oleh satu jenis tanaman saja yaitu padi (*Oryza sativa*) yang pada saat penelitian bahkan telah dipanen. Selain itu, aktivitas pertanian mengharuskan petani menggunakan pestisida yang dapat berakibat kematian biodiversitas liar sasaran maupun bukan sasaran. Nilai indeks sekuestrasi karbon pada lahan persawahan 0 karena tanaman padi bukan merupakan penyimpan karbon. Keberadaan tanaman padi tidak bersifat permanen karena setiap masa panen tiba tanaman padi akan dicabut dari sawah sehingga tidak ada karbon yang tersimpan di dalam

lahan persawahan.

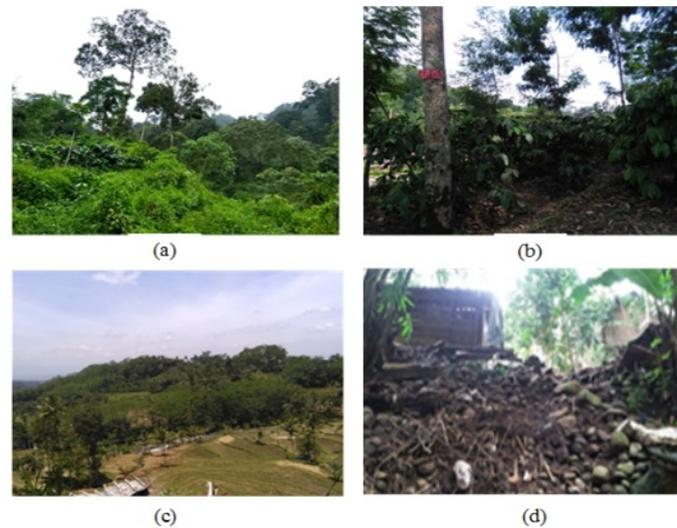
Sungai pada stasiun penelitian 4 melewati pemukiman penduduk. Lahan di sekitar sungai dimanfaatkan sebagai tempat bermukim penduduk bahkan pada riparian sungai juga didirikan rumah sehingga tidak memberi ruang tumbuh bagi tumbuhan di sepanjang sungai (Gambar 3). Kondisi lahan seperti yang diuraikan di atas menunjukkan nilai indeks jasa lingkungan 0 (Tabel 3). Nilai indeks jasa lingkungan 0 disebabkan oleh tumbuhan yang tumbuh di stasiun penelitian 4 tidak dalam bentuk komunitas melainkan tumbuh secara individual. Dengan demikian lahan pemukiman tidak memiliki kontribusi terhadap kehidupan liar dan juga penyimpanan karbon.

**Kualitas Air Sungai Rembangan Berdasarkan Nilai FBI**

Hasil penelitian menunjukkan bahwa berdasarkan nilai FBI kualitas air Sungai Rembangan pada stasiun penelitian 1 termasuk dalam kategori sangat baik, stasiun 2 dan 3 baik, dan stasiun 4 agak buruk (Tabel 4). Kualitas air sungai pada stasiun penelitian 1 sangat baik disebabkan oleh sungai sedikit mengalami pencemaran bahan organik. Sungai pada stasiun penelitian 1 merupakan hulu yang berada di lingkungan hutan sekunder. Hutan sekunder menyumbangkan materi organik pada sungai dengan jumlah yang relatif sedikit karena hanya berasal dari daun dan ranting pohon yang masuk ke dalam sungai. Susanti dan Adi (2017), menyatakan bahwa sungai yang berada di hulu sedikit terpapar materi organik pencemar dari lingkungan sekitarnya, karena hulu berada di lokasi tertinggi dan memiliki sumber mata air murni. Kondisi ini mendukung keberadaan makroinvertebrata bentos di dalam sungai.

Tabel 3. Nilai indeks jasa lingkungan empat tipe lahan di sekitar Sungai Rembangan

Sta-siun	Penggunaan Lahan	Kategori	Indeks Biodiversitas	Indeks Sekuestrasi Karbon	Indeks Jasa Lingkungan
1	Hutan	<i>Secondary forest</i>	0,9	1,0	1,9
2	Perkebunan	<i>Semi-permanent crops</i>	0,3	0,2	0,5
3	Persawahan	<i>Annual crops</i>	0,0	0,0	0,0
4	Pemukiman	<i>Degraded pasture</i>	0,0	0,0	0,0



(a) hutan sekunder; (b) perkebunan; (c) persawahan; (d) pemukiman

Gambar 3. Kondisi empat tipe lahan di sekitar Sungai Rembangan

Tabel 4. Kategori kualitas air Sungai Rembangan

Stasiun Penelitian	Nilai FBI	Kategori Kualitas Air
1 (Hutan sekunder)	3,96	Sangat baik
2 (Perkebunan kopi)	4,72	Baik
3 (Persawahan)	5,00	Baik
4 (Pemukiman)	5,77	Agak buruk

Pada stasiun 1 ditemukan lima famili larva insekta dengan kemampuan toleransi yang rendah, yaitu anggota dari Ephemeroptera, Plecoptera, dan Trichoptera (EPT) serta Diptera dengan jumlah individu seluruh famili tersebut adalah 27 (Tabel 5). Hal ini mengindikasikan bahwa kualitas air pada stasiun tersebut adalah sangat baik.

Barbour *et al.* (1999) menyatakan bahwa keberadaan larva sensitif dari anggota EPT berkorelasi kuat dengan kualitas air sungai yang baik.

Kualitas air Sungai Rembangan pada stasiun 2 adalah baik (Tabel 4). Penurunan status kualitas air pada stasiun penelitian 2 kemungkinan disebabkan oleh peningkatan jumlah dan jenis materi organik yang masuk ke dalam sungai. Kegiatan perkebunan umumnya menyertakan penggunaan pupuk dan pestisida untuk mempercepat pertumbuhan tanaman kopi dan mencegah serangan hama. Sisa pupuk dan

pestisida yang tidak diserap tanaman kopi akan terbawa aliran air permukaan dan masuk ke dalam sungai.

Materi organik yang lain berasal dari serasah tanaman kopi dan jenis tumbuhan lain yang ditemukan tumbuh serta sampah pengelola kebun. Jenis dan jumlah materi organik yang semakin banyak tersebut diduga menjadi faktor yang mempengaruhi komposisi dan kerapatan famili makroinvertebrata bentuk yang hidup di stasiun 2. Jumlah famili sensitif yang ditemukan pada stasiun penelitian 2 adalah lebih banyak daripada stasiun penelitian 1 (enam famili) namun dengan jumlah individu yang lebih sedikit yaitu 16 (Tabel 5). Jumlah dan variasi jenis materi organik yang masuk ke sungai diduga menyebabkan gangguan pada pertumbuhan individu famili sensitif yang kemudian berpengaruh terhadap penurunan jumlah individunya.

Tabel 5. Ordo, famili, jumlah individu dan nilai toleransi makroinvertebrata bentos pada empat stasiun penelitian di Sungai Rembangan

Ordo	Famili	ti*	Jumlah individu pada setiap stasiun			
			St. 1	St. 2	St. 3	St. 4
Ephemeroptera	Baetidae	4	43	38	39	16
	Caenidae	7	8	13	8	0
	Ephemerellidae	1	0	1	0	0
	Leptophlebiidae	2	0	1	0	0
Plecoptera	Perlidae	1	13	0	2	0
	Nemouridae	2	6	0	0	0
Trichoptera	Hydropsychidae	4	9	4	4	0
	Philopotamidae	3	0	6	3	0
Odonata	Calopterygidae	5	3	4	6	0
Coleoptera	Elmidae	4	0	3	1	0
Diptera	Athericidae	2	2	2	0	0
	Chironomidae	8	5	3	4	0
	Limoniidae	3	2	4	1	0
	Simuliidae	6	5	5	1	0
	Tipulidae	3	4	2	0	0
<u>Architaenioglossa</u>	Viviparidae	6	0	0	2	19
Basommatophora	Planorbidae	7	0	0	0	9
Caenogastrophoda	Thiaridae	6	0	14	29	56
Jumlah			100	100	100	100

St.1 = hutan sekunder; St.2 = perkebunan kopi; St.3 = persawahan; St.4 = pemukiman \*0-3 (Toleransi Rendah/Sensitif); 4-6 (Toleransi Moderat); 7-10 (Toleransi Tinggi)

Tabel 6. Nilai parameter fisika dan kimia perairan di Sungai Rembangan

Stasiun	Debit (m <sup>3</sup> /s)	DO (mg/L)	pH	Suhu (°C)	Kecerahan (m)	Warna*	Bau**
1. Hutan	2,20	7,60	7,55	21,35	0,39	1,00	1,00
2. Perkebunan	1,57	6,28	8,60	21,76	0,30	0,50	1,00
3. Persawahan	1,67	5,79	6,94	22,76	0,28	0,50	1,00
4. Pemukiman	8,92	3,22	5,61	22,68	0,61	0,00	0,50

\*Warna: 1= jernih; 0,5 = agak keruh; 0 = keruh.

\*\*Bau: 1 = tidak berbau; 0,5 = agak berbau; 0 = berbau menyengat

Kualitas air Sungai Rembangan pada stasiun penelitian 3 adalah sama dengan stasiun penelitian 2 yaitu baik (Tabel 4). Kualitas baik ini diindikasikan oleh keberadaan tiga famili sensitif dengan jumlah enam individu. Walaupun limbah dari kegiatan pertanian merupakan sumber pencemar organik utama di perairan sungai namun sungai yang mengalir di tengah-tengah sawah di lokasi penelitian tetap mampu mendukung keberadaan famili sensitif. Kondisi ini kemungkinan disebabkan oleh aktivitas pemupukan dan penyemprotan dengan pestisida sedang tidak dilakukan petani karena padi baru dipanen. Pada stasiun penelitian 3 jumlah famili moderat paling banyak ditemukan yaitu tujuh famili dengan jumlah 82 individu (Tabel 5). Famili moderat memiliki rentangan ketahanan terhadap kondisi lingkungan yang cukup lebar. Keberadaan famili moderat bersama-sama dengan tiga famili sensitif menghasilkan status kualitas air sungai baik dengan nilai FBI berada pada batas antara baik dan sedang.

Lokasi penelitian yang kualitas air sungainya paling buruk adalah stasiun penelitian 4, yaitu dengan kualitas air agak buruk (Tabel 4). Pada lokasi ini hanya ditemukan empat famili, satu famili anggota Ephemeroptera dan tiga famili anggota Gastropoda (Tabel 5). Penurunan jumlah famili makroinvertebrata bentos ini diduga karena semakin banyak jenis dan jumlah materi organik yang masuk ke dalam sungai. Materi organik tersebut terutama berasal dari aktivitas rumah tangga. Tiga famili anggota Gastropoda merupakan kelompok makroinvertebrata bentos yang hidup di lingkungan perairan tercemar. Pernyataan tersebut juga didukung oleh penelitian Dermawan (2010), bahwa famili dalam kelompok Gastropoda mampu beradaptasi dengan baik pada lingkungan yang mengandung pencemar dengan konsentrasi tinggi. Heatherly *et al.* (2007) menyatakan bahwa sungai yang berada di lingkungan urban umumnya didominasi oleh makroinvertebrata bentos yang toleran terhadap pencemar.

#### **Hubungan Antara Penggunaan Lahan dengan Kualitas Air**

Hasil analisis korelasi Pearson ( $\alpha < 0,05$ ) menunjukkan bahwa tipe penggunaan lahan berhubungan nyata dengan kualitas biologi air sungai yang ditunjukkan oleh nilai  $p > 0,05$ . Hubungan dua variabel tersebut adalah negatif dan sangat kuat yang ditunjukkan oleh nilai koefisien korelasi (R) sebesar -0,886.

Hubungan tersebut bermakna bahwa semakin tinggi nilai indeks jasa lingkungan maka semakin rendah nilai FBI yang merupakan nilai dari variabel kualitas biologi air sungai dan sebaliknya semakin rendah nilai indeks jasa lingkungan maka semakin tinggi nilai FBI. Tipe lahan yang nilai indeks jasa lingkungannya tinggi mengindikasikan bahwa lahan tersebut berkualitas baik (Pagiola *et al.*, 2007), sementara itu nilai FBI yang rendah mengindikasikan bahwa air sungai tersebut berkualitas baik (Mandaville, 2002). Jasa lingkungan suatu lahan memiliki hubungan dengan komunitas hewan yang ada di sekitarnya baik yang terdapat di darat maupun di perairan termasuk sungai (Pagiola *et al.*, 2007).

Lahan di sekitar sungai memiliki hubungan dengan ekosistem sungai yang mengalir di dalamnya. Hasil penelitian Wimbaningrum (2016) menunjukkan bahwa tipe penggunaan lahan berhubungan kuat dan positif dengan kualitas fisik-kimia air sungai. Selanjutnya, Extence *et al.*, (1999); Buss *et al.*, (2002); Sullivan *et al.* (2004); dan Wang (2001) menyatakan bahwa faktor fisika dan kimia air sungai mempengaruhi keberadaan dan distribusi makroinvertebrata bentos.

Hutan sekunder pada stasiun penelitian 1 dengan struktur tumbuhan yang kompleks memberikan jasa yang tinggi pada lingkungannya (1,9) termasuk pada ekosistem air sungai yang ada di dalamnya. Nilai indeks jasa lingkungan yang tinggi pada stasiun penelitian 1 memberikan efek positif terhadap kualitas fisik dan kimia air sungai. Salah satu indikasinya ditunjukkan oleh nilai DO air sungai yang tinggi (7,6 mg/L), air yang jernih (1) dan tidak berbau (1) (Tabel 6). Kondisi kualitas fisik-kimia air sungai yang baik ini mendukung keberadaan makroinvertebrata bentos sensitif dengan kekayaan familinya relatif tinggi (5) dengan jumlah individu yang juga tinggi (27) sehingga menghasilkan nilai indeks FBI yang rendah (3,96) yang mengindikasikan bahwa kualitas air sungai sangat baik.

Pada stasiun penelitian 4, jasa lingkungan yang diberikan oleh lahan di sekitar sungai adalah 0 karena lahan telah mengalami kerusakan akibat dialihfungsikan menjadi pemukiman. Dampak yang ditimbulkan adalah penurunan kualitas fisik-kimia air sungai di sekitarnya yang ditandai oleh kadar DO yang rendah (3,33 mg/L), air keruh (0), dan berbau

(0) (Tabel 6). Kualitas air yang secara fisik-kimia tidak baik berpengaruh terhadap keberadaan dan distribusi makroinvertebrata bentos di dalam sungai. De (2003) menyatakan bahwa kualitas air sungai yang baik mengandung kadar DO antar 4-6 mg/L sehingga mampu mendukung kehidupan biota sungai termasuk makroinvertebrata bentos. Jumlah famili yang ditemukan di sungai stasiun penelitian 4 adalah empat yang terdiri atas satu famili anggota Ephemeroptera yang memiliki sifat toleran terhadap pencemar organik (Baetidae) dan tiga famili anggota Gastropoda yang juga bersifat moderat.

Penurunan keanekaragaman famili makroinvertebrata bentos dan tidak adanya famili yang bersifat toleran menyebabkan nilai indeks FBI tinggi (5,77) yang mengindikasikan kualitas air sungai pada stasiun penelitian 4 adalah agak buruk.

#### KESIMPULAN

Kesimpulan penelitian ini adalah terdapat hubungan nyata antara tipe penggunaan lahan (ESI) dengan kualitas biologi air (HBI) Sungai Rembangan yang hubungannya bersifat negatif dan sangat kuat. Lahan dengan biodiversitas tumbuhan dan sekuestrasi karbonnya yang tinggi menyebabkan nilai indeks jasa lingkungan (ESI) juga tinggi yang berarti bahwa lingkungan di sekitar sungai berkualitas baik. Nilai indeks biotik family (FBI) yang digunakan untuk menentukan kualitas air sungai Rembangan bernilai rendah jika kualitas air sangat baik dan sebaliknya, sehingga semakin tinggi nilai ESI maka semakin rendah nilai FBI. Oleh karena itu, berdasarkan penelitian ini, setiap penggunaan lahan di sekitar sungai harus menyediakan lahan untuk pertumbuhan alami komunitas tumbuhan agar kualitas air sungai tetap baik.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Abel PD. 1989. *Water Pollution Biology*. New York: John Wiley and Sons.
- Awal J, Tantu H & Tenriawaru EP. 2014. Identifikasi Alga (Algae) sebagai Bioindikator Tingkat Pencemaran di Sungai Lamasi Kabupaten Luwu. *Jurnal Dinamika* 5(2): 21-34.
- Barbour MT, Gerritsen J, Synder BD & Stribling JB. 1999. *Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates, and Fish*. 2<sup>nd</sup> Ed. EPA 841-B-99-002. Washington DC: U.S. Environmental Protection Agency.
- Buss DF, Baptista DF, Silveira MP, Nessimian JL & Dorville LFM. 2002. Influence of Water Chemistry and Environmental Degradation on Macroinvertebrate Assemblages in a River Basin in South-East Brazil. *Hydrobiologia* 481: 125-136.
- Butakka CMDM, Gomes LC & Takeda AM. 2014. Taxonomic and Numeric Structure of Chironomidae (Diptera) in Different Habitats of a Neotropical Floodplain. *Journal Série Zoologia* 104(3): 314-322.
- Ciadamidaro S, Macini L & Rivosecchi L. 2016. Black Flies (Diptera, Simuliidae) as Ecological Indicators of Stream Ecosystem Health in an Urbanizing Area (Rome, Italy). *Ann Ist Super Sanità* 52(2): 269-276.
- De AK. 2003. *Environmental chemistry 5<sup>th</sup> Edition*. New Delhi: New Age International Publisher.
- Dermawan H. 2010. *Studi Komunitas Gastropoda di Situ Agathis Kampus Universitas Indonesia, Depok*. (Skripsi yang tidak dipublikasikan, Departemen Biologi, FMIPA, UI, Jakarta).
- Dumbleton LJ. 1962. Aberrant Head-Structure in Larval Simuliidae (Diptera). *Journal Pacific Insect* 4(1):77-86.
- Epler JH. 2001. *Identification Manual for the Larval Chironomidae (Diptera) of North and South Carolina*. North Carolina: North Carolina Department of Environment and Natural Resources.
- Extence CA, Balbi DM & Chad RP. 1999. River Flow Indexing Using Benthic Macroinvertebrates: a Framework for Setting Hydro- Hydrobiological Objectives. *Regul. River* 15: 543-574.
- Ferreira AC, Paz EL, Rumi A, Ocon C, Altieri P & Capitulo AR. 2017. Ecology of the Non-Native Snail *Sinotaia* of *Quadrata* (Caenogastropoda: Viviparidae). A Study in a Lowland Stream of South America with Different Water Qualities. *Journal Anais da Academia Brasileira de Ciências* 89(2): 1059-1072.
- Fischer J & Neu PJ. 2002. The larva of *Hydropsyche botosaneanui* Marikovio-Gob Podnetic 1966 (Trichoptera, Hydropsychidae). *Journal Lauterbonia*, 43: 95-100.
- Gattolliat JL & Staniczek AH. 2011. New larvae of Baetidae (Insecta: Ephemeroptera) from Espiritu Santo, Vanuatu. *Journal*

- Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde A, Neue Serie* **4**: 75–82.
- Godunko RJ, Sroka P, Soldan P & Bojkova J. 2015. The Higher Phylogeny of Leptophlebiidae (Insecta: Ephemeroptera), with Description of a New Species of *Calliarcys* Eaton, 1881. *Journal Arthropod Systematics and Phylogeny* **73**(2): 259-279.
- Karaouzas I. 2014. Description of the Larva of *Philopotamus achemenus* Schmid 1959 (Trichoptera: Philopotamidae) and a Larval Key for Species of *Philopotamus* in Greece. *Journal Zootaxa* **3815** (3): 428–434
- Hairiah K, Ekadinata A, Ratnasari R & Rahayu S. 2011. *Pengukuran Stok Karbon: dari Tingkat Lahan ke Bentang Lahan. Petunjuk Praktis. Edisi Kedua*. Bogor: World Agroforestry Centre.
- Hauer FR & Lamberti GA. 1996. *Methods in Stream Ecology*. Los Angeles: Academic Press.
- Hawking JH. 1995. *Monitoring River Health Initiative Taxonomic Workshop Handbook*. Murray: Darling Freshwater Research Centre.
- Heatherly T, Whiles MR, Royer TV & David MB. 2007. Relationship Between Water Quality, Habitat Quality, and Macroinvertebrate Assemblages in Illionis Streams. *J. Environ. Qual.* **36**: 1653-1660.
- Jacobus LM & Fleek ED. 2010. Insecta, Ephemeroptera, Ephemerellidae, *Attenella margarita* (Needham, 1927): Southeastern Range Extension to North Carolina, USA. *Journal of species lists and distribution* **6**(2): 311-313.
- Kalyoncu H & Zeybek M. 2011. An Application of Different Biotic and Diversity Indices for Assessing Water Quality: a Case Study in the River Cukurca and Isparta (Turkey). *African Journal of Agricultural Research* **6**(1): 19-27.
- Macan TT. 1959. *A Guide to Freshwater Invertebrate Animals*. Harlow: Longman Inc.
- Malzacher P. 2009. New larvae of Caeninae from Madagascar (Ephemeroptera: Caenidae). *Journal Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde A Neue Serie* **2**: 177–194.
- Mandaville SM. 2002. *Benthic Macroinvertebrates in Freshwater-Taxa Tolerance Values, Metric, and Protocols*. New York: Soil and Water Conservation Society of Metro Halifax.
- Mariantika L & Retnaningdyah C. 2014. Perubahan Struktur Komunitas Makroinvertebrata Bentos Akibat Aktivitas Manusia di Saluran Mata Air Sumber Awan Kecamatan Singosari, Kabupaten Malang. *Jurnal Biotropik* **2**(5): 254-259.
- Merritt RW & Cummins KW. 1996. *An Introducing to the Aquatic Insects of North America*. 3<sup>rd</sup> Ed. Iowa: Kendall/Hunt Publishing Company.
- Munoz CZ, Muria C, Bonada N & Gonzalez MA. 2017. The *Hydropsyche instabilis* Group (Trichoptera: Hydropsychidae) on the Iberian Peninsula: Evolutionary Relationships, New Species, Taxonomical Controversies, and a Key to Larvae. *Journal Arthropod Systematics dan Phylogeny* **75**(1): 159-172.
- Needham JG & Needham PR. 1962. *A Guide to the Study of Fresh Water Biology*. 1<sup>st</sup> Ed. San Fransisco: Holden-Day Inc.
- Neto FV & Gessner AAF. 2011. Elmidae (Coleoptera, Byrrhoidea) Larvae in the State of Sao Paulo, Brazil: Identification Key, New Records and Distribution. *Journal ZooKeys* **151**: 53–74.
- Pagiola S, Ramirez E, Gobbi J, De Haan C, Ibrahimc M, Murgueitio, E. & Ruiz JP. 2007. Paying for the Environmental Services of Silvopastoral Practices in Nicaragua. *Ecological Economics Journal* **64**: 374-385.
- Parlindungan J. 2014. *Tata Guna Lahan dan Pertumbuhan Kawasan*. Malang: Universitas Brawijaya.
- Santosa S. 2012. *Panduan Lengkap SPSS Versi 20*. Jakarta: Elex Media Komputindo.
- Septiani BYA, Jati WN & Zahida F. 2014. *Keanekaragaman Jenis Makrozoobentos Sebagai Penentu Kualitas Air Sungai Mruwe Yogyakarta*. <http://e-journal.uajy.ac.id/7684> [diakses 6-5-2018]
- Setyorini, D. 2007. *Panduan Lapangan Makroinvertebrata Kali Surabaya untuk Penilaian Kualitas Air*. Gresik: Surabaya River Ecology Center.
- Setyowati, DN. 2016. Studi Literatur Pengaruh Penggunaan Lahan terhadap Kualitas Air. *Jurnal Ilmu-Ilmu Teknik* **12**(1): 7-15.
- Sullivan SMP, Watzin MC & Hession WC. 2004. Understanding Stream Geomorphic State in Relation to Ecological Integrity: Evidence Using Habitat Assesments and Macroinvertebrates. *Environ. Manage.*, **34**(5): 669-683.

- Susanti, PD & Adi RN. 2017. *Makroinvertebrata sebagai Bioindikator Pengamatan Kualitas Air*. Surakarta: Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Pengelolaan Daerah Aliran Sungai.
- Wang X. 2001. Integrating Water Quality Management and Land Use Planning in a Watershed Context. *Journal of Environmental Management*, 61: 25-36.
- Wimbaningrum, R. 2016. *Efektivitas Makrozoobenthos untuk Pemantauan Kualitas Air pada Saluran Irigasi Tersier*. [Disertasi yang tidak dipublikasikan, Universitas Brawijaya, Malang]

