

PEMETAAN KUALITAS AIR DI KALI SURABAYA BERDASAR INDEKS MAKROINVERTEBRATA BENTHOS, DENGAN MODEL *WinTWINS 2.3*

Novirina Hendrasarie dan Januar

Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur

Email: novirina@upnjatim.ac.id

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah memetakan Kali Surabaya dengan menggunakan model *WinTWINS 2.3*. Selain itu juga menentukan indeks biota Family Biotic Index (FBI) dan Lincoln Quality Index (LQI) manakah yang sesuai dengan karakteristik kualitas air Kali Surabaya. Stasiun penelitian berdasarkan tata guna lahan di sekitar lingkungan perairan di tiap bagian Kali Surabaya (hulu, tengah, hilir). Untuk menentukan indeks biota yang sesuai maka dilakukan uji korelasi masing – masing indeks biota terhadap parameter fisika kimia di Kali Surabaya. Indeks biota yang memiliki hasil terbaik akan dikaitkan dengan hasil pemetaan model *WinTWINS 2.3* untuk dilihat kesesuaiannya. Dari hasil perhitungan menggunakan model *WinTWINS 2.3*, didapatkan Kali Surabaya dari hulu hingga hilir, dipetakan menjadi 3 site of group (SOG) A, B, C. Pada SOG A, yaitu di Sp I dan Sp II, termasuk dalam kategori kualitas air baik. Pada SOG B (Sp III, Sp V, Sp VI) termasuk dalam kategori buruk. Pada SOG C (Sp IV) termasuk dalam kategori cukup buruk. Makroinvertebrata benthos yang ditemukan di tiap SOG pun berbeda tergantung toleransinya terhadap lingkungan, beberapa diantaranya dari jenis *polymitarcydae*, *baetidae*, *odonata*.

Kata kunci: *indeks biota, makroinvertebrata benthos, kualitas air, model WinTWINS 2.3, parameter fisika kimia,*

ABSTRACT

*The purpose of this research were to map the Surabaya River, using the WinTWINS 2.3 model. It also determines which Family Biotic Index (FBI) and Lincoln Quality Index (LQI) biota index corresponds to the water quality characteristics of Surabaya River. The research station was based on land use around the aquatic environment in each section of Surabaya River (upstream, middle, downstream). To determine the appropriate biota index, a correlation test of each biota index was carried out on the chemical physics parameters at Surabaya River. The biota index that has the best results will be linked to the mapping results of the WinTWINS 2.3 model for compatibility. From the calculation using the WinTWINS 2.3 model, Surabaya River was obtained from upstream to downstream, mapped into 3 site of group (SOG) A, B, C. In SOG A, namely in Sp I and Sp II, included in the category of good water quality. In SOG B (Sp III, Sp V, Sp VI) included in the bad category. In SOG C (Sp IV) included in the category quite bad. Benthic macroinvertebrates found in each SOG differ depending on their tolerance to the environment, some of which are *polymitarcydae*, *baetidae*, *odonata*.*

Keywords: *biota indeks, benthic macroinvertebrate, water quality, WinTWINS 2.3 model, chemical physics parameter,*

PENDAHULUAN

Indeks Biotik digunakan untuk mempermudah menentukan sistem penilaian status badan air ditinjau dari parameter biologisnya (Leatenia, 2017). Penggunaan organisme biologi sebagai parameter, biasa disebut bioindikator. Penentuan kualitas air dengan memanfaatkan makroinvertebrata benthos sebagai bioindikator dapat menggunakan metrik (indeks) FBI dan LQI kedua indeks ini menitik beratkan pada perbedaan toleransi tiap famili makroinvertebrata benthos terhadap pencemar (Hendrasarie,2003).

Sebagai organisme yang hidup di perairan, hewan makroinvertebrata benthos sangat peka terhadap perubahan kualitas air tempat hidupnya sehingga akan berpengaruh terhadap komposisi dan kelimpahan pada komunitasnya. Hal ini tergantung pada toleransinya terhadap perubahan lingkungan, sehingga organisme ini sering dipakai sebagai indikator tingkat pencemaran suatu perairan (Hendrasarie, 2008).

Didalam penelitian ini nantinya juga akan dibuat suatu pemetaan wilayah dengan menggunakan model WinTWINS 2.3. WinTWINS 2.3 merupakan program komputer (model) yang berfungsi untuk membuat sistem klasifikasi (pemetaan daerah) atau *site of group* (Jesup, 2003) Program ini akan membuat pemetaan daerah berdasarkan kesamaan komunitas makroinvertebrata benthos. Dengan mengetahui klasifikasinya akan dapat mempermudah menentukan daerah prioritas utama yang harus segera mendapatkan penanganan.

Metoda Family Biotic Index (FBI)

Metode ini dikembangkan oleh Hillsenhoff pada tahun 1982, sehingga dikenal sebagai metoda *Hillsenhoff Biotic Index* (Muntalif *et al.*, 2008) dengan rumus berikut:

$$FBI = \frac{\sum n_i \cdot x_i}{N} \tag{1}$$

Keterangan:

- n_i = Jumlah individu family ke i
- T = Nilai Toleransi (*Tolerance Value*)
dari tiap famili (tabel 2.1)
- N = Jumlah total individu dalam satu Sampel

Penghitungan menggunakan metode ini didasarkan pada banyaknya jumlah individu per jumlah total individu dalam satu sampel. Skala nilai dari metode ini adalah 0 hingga 10, bila nilai yang didapatkan tinggi maka perairan tersebut dikategorikan kedalam perairan tercemar. rendah nilai indeks yang dihasilkan, maka perairan tersebut dinyatakan tidak tercemar, begitu sebaliknya (Vivin, 2016).

Tabel 1. Kualitas Air Berdasarkan Metoda FBI

Nilai Indeks	Kualitas Air	Derajat Pencemaran Organik
0,00-3,75	Ekselen	Tidak tercemar
3,76-4,25	Sangat Baik	Tercemar ringan
4,26-5,00	Baik	Tercemar sedang
5,01-5,75	Sedang	Tercemar kritis
5,76-6,50	Cukup Buruk	Tercemar buruk
6,51-7,25	Buruk	Tercemar sangat buruk
7,26-10,00	Sangat Buruk	Tercemar ekstrim

Metoda Lincoln Quality Index (LQI)

Metode ini dikenalkan oleh Leeds-Harrison pada tahun 1996, dengan mengembangkan *Lincoln Quality Index* (LQI) dan *Overall Quality Rating* (OQR). Kedua nilai tersebut berasal dari penggabungan nilai indeks BMWP (*Biological Monitoring Working Party*) dan ASPT (*Average Score Per Taxon*) yang sudah dinormalisasi guna menghasilkan sebuah nilai indeks tunggal (Susanti, 2017)

Tabel 2. Kriteria Kualitas Air berdasar OQR dan LQI

OQR	LQI	Kriteria Kualitas Air
>6.0	A++	Kualitas sangat baik
5,5	A+	Kualitas sangat baik
5,0	A	Kualitas sangat baik
4,5	B	Kualitas baik
4,0	C	Kualitas baik
3,5	D	Kualitas sedang
3,0	E	Kualitas sedang
2,5	F	Kualitas buruk
2,0	G	Kualitas buruk
1,5	H	Kualitas sangat buruk
1,0	I	Kualitas sangat buruk

Sumber: Muntalif (2008)

WinTWINS 2.3 (Two Way Indicator Analysis for Windows Versi 2.3)

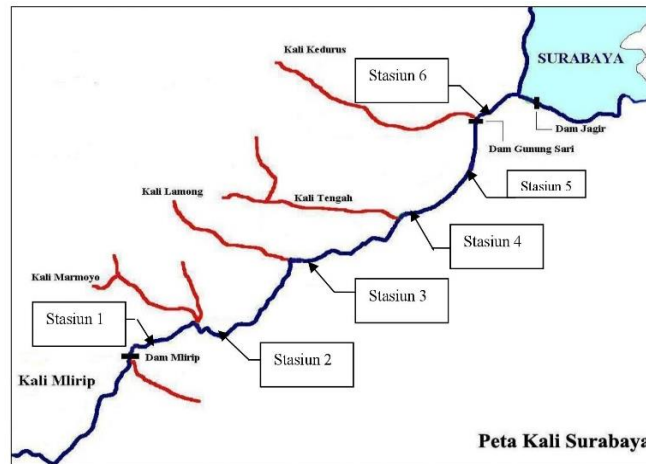
WinTWINS 2.3 merupakan pengembangan dari program TWINSPAN. Program WinTWINS 2.3 merupakan program analisa data (statistik)

dengan menggunakan sistem klasifikasi bertingkat (Carter *et al.*, 2005). Kelebihan dari program ini adalah, menghasilkan suatu pemetaan daerah berdasarkan kesamaan komunitas yang ada di dalam suatu perairan tersebut, sehingga dapat mempermudah identifikasi spesies, serta dapat mengetahui daerah-daerah yang sedang mengalami penurunan kualitas dengan melihat dari komposisi makroinvertebrata benthos yang terdapat pada daerah itu (Handayani, 2001).

2. METODA PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian (stasiun penelitian) ini terbagi menjadi 3 bagian Kali Surabaya yaitu bagian Hulu, Tengah dan Hilir. Penentuan stasiun penelitian ini berdasarkan tata guna lahan yang berada di sekitar Kali Surabaya. Pengambilan sampel dilakukan di sepanjang aliran Kali Surabaya dan terbagi menjadi 6 stasiun penelitian (Gambar 1).



Gambar 1. Lokasi Stasiun Penelitian

Waktu Penelitian

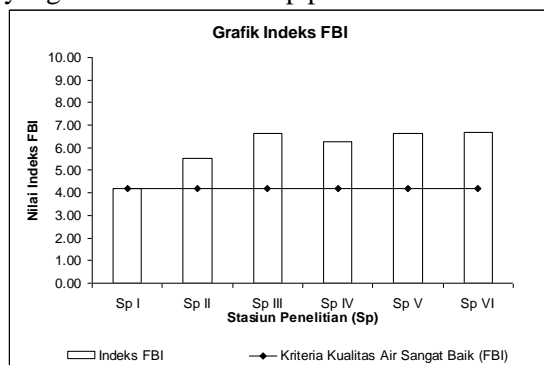
Pengambilan sampel dilakukan musim kemarau dengan selang waktu pengambilan 1 bulan hal ini didasarkan pada siklus hidup benthos yang bervariasi yaitu minimal 2 minggu hingga 2 tahun (Rini, 2007). Waktu yang dipergunakan adalah pagi sampai sore hari dengan 3 kali pengulangan pada tiap titik.

ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

Indeks Biota

1. Indeks FBI

Perhitungan pada indeks ini didasarkan pada perbedaan toleransi masing-masing famili yang ditemukan terhadap pencemar.



Gambar 2. Grafik Indeks FBI

Dari Gambar 2, dapat dilihat bagian hulu di stasiun I dan II berdasarkan nilai FBI kedua stasiun ini memiliki nilai indeks 4,17 dan 5,55 yang menunjukkan kualitas air sangat bersih hingga sedang, tata guna lahan didaerah ini masih relatif alami, sehingga memungkinkan untuk makroinvertebrata benthos dari kelompok toleran rendah terhadap pencemar seperti dari famili *polymitarcydae*, *libellulidae*, dan *gomphidae* untuk hidup. Penurunan kualitas pada stasiun penelitian II diakibatkan mulai berkurangnya kelompok toleran rendah dan digantikan oleh dominasi kelompok toleran sedang seperti *thiaridae* yang merupakan indikator pencemaran organik tinggi. Sumber pencemar organik di stasiun penelitian II diduga berasal dari limbah sisa pertanian, karena di stasiun penelitian II tata guna lahannya sebagian besar berupa ladang pertanian.

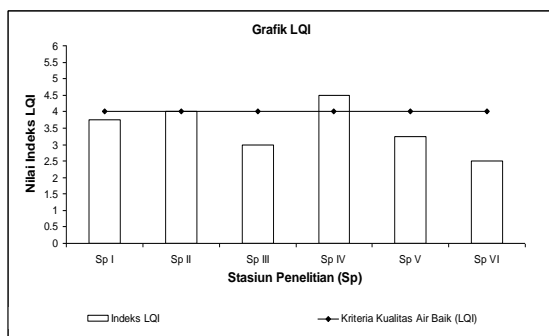
Pada bagian tengah Kali Surabaya yaitu di stasiun penelitian III dan IV berdasarkan nilai indeks FBI, stasiun penelitian III memiliki nilai indeks FBI sebesar 6,64 dan stasiun penelitian IV sebesar 6,29 kedua stasiun

penelitian ini memiliki kualitas air buruk hingga cukup buruk, tata guna lahan yang mulai berubah fungsi menjadi pemukiman, hingga industri, membuat dominasi dari famili makroinvertebrata benthos kelompok toleran sedang semakin mendominasi di kedua lokasi ini.

Pada bagian hilir sungai, yaitu pada stasiun penelitian V dan VI, indeks FBI memberikan nilai 6,65 dan 6,67 menunjukkan kualitas air di kedua stasiun penelitian ini tergolong kualitas air buruk. Hal ini didukung dari ditemukannya makroinvertebrata benthos dari jenis *gastropoda* yang merupakan indikator pencemaran organik tinggi, Selain dari ordo *gastropoda* makroinvertebrata benthos dari kelas *oligochaeta*, atau cacing-cacingan juga mendominasi di kedua lokasi ini.

2. Indeks LQI

Berdasarkan indeks LQI, Kali Surabaya dari hulu hingga hilir mengalami fluktuasi kualitas air, hal ini diakibatkan karena ada beberapa famili makroinvertebrata benthos yang masih belum memiliki nilai toleransi sehingga membuat indeks ini memberikan penilaian yang jauh berbeda dengan indeks sebelumnya pada beberapa stasiun penelitian.



Gambar 3. Grafik Indeks LQI

Dari Gambar 3, di bagian hulu Kali Surabaya, yaitu pada stasiun penelitian I dan II berdasarkan indeks indeks LQI nilai toleransi famili ini adalah 8, Nilai LQI pada kedua stasiun penelitian ini termasuk kriteria kualitas air “baik” dengan nilai masing – masing adalah 3,75 dan 4. Penilaian ini berbeda dengan hasil indeks FBI, hal ini diakibatkan karena ada beberapa famili makroinvertebrata benthos yang masih belum memiliki nilai toleransi. Famili tersebut antara lain *buccinidae* dan *cirolanidae*.

Pada pengamatan bagian tengah Kali Surabaya di stasiun penelitian III, dari jenis kerang

remis (*unionidae*) untuk toleran sedang dengan nilai toleransi LQI= 6, dan dari toleran tinggi adalah tubificidae (cacing-cacingan) dengan nilai toleransi LQI= 1, mulai banyak ditemui. *Tubificidae* merupakan indikator pencemaran yang mengindikasikan penurunan kandungan oksigen terlarut (Astuti, 2007). Pada pengamatan kondisi fisik lapangan, stasiun penelitian III merupakan stasiun dengan tata guna lahan pemukiman padat hingga industri. Selain itu di stasiun ini juga mendapat masukan aliran yang berasal dari anak sungai Lamong sehingga semakin menambah beban pencemaran. Berdasarkan nilai indeks LQI nilainya mencapai 2,5 termasuk kategori buruk. Di stasiun penelitian III, kedua indeks (FBI, LQI) memberikan kategori kualitas air yang sama. Di bagian tengah Kali Surabaya yang lainnya ialah di stasiun penelitian IV, terletak di setelah anak Kali Tengah. Berdasarkan indeks LQI kualitas air di perairan ini termasuk “baik”, dengan nilai angka 4,5.

Di hilir Kali Surabaya yaitu stasiun penelitian V dan VI. Di stasiun penelitian V, terletak di setelah Intake Karang Pilang. Kualitas air di stasiun penelitian ini mengalami penurunan kembali. Hal ini dipengaruhi oleh tata guna lahan di daerah ini yang berupa pemukiman padat, industri, Berdasarkan perhitungan LQI termasuk dalam kategori sedang dengan nilai angka 3,25.

Stasiun penelitian VI, merupakan stasiun terakhir berlokasi di sebelum pintu air Jagir. Ditinjau dari segi makroinvertebrata benthos dominan yang mampu bertahan adalah dari jenis *gastropoda*, yaitu famili *thiaridae*, *viviparidae*, & *buccinidae*. Dari jenis *oligochaeta*, yaitu famili *tubificidae* dan *lumbricullidae*. Jenis-jenis tersebut merupakan jenis makroinvertebrata benthos yang memiliki toleransi sedang hingga tinggi terhadap pencemar.

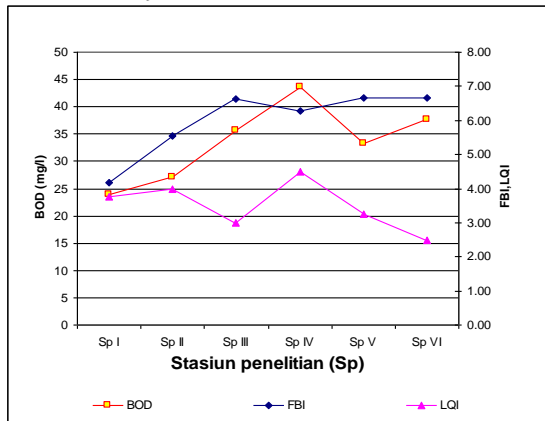
Kualitas Air di Kali Surabaya

Berdasarkan Indeks Biota (FBI, LQI) dan Parameter Fisika Kimia Kali Surabaya, berdasarkan indeks biota (FBI dan LQI) dan parameter fisika kimia Kali Surabaya disajikan dalam grafik dibawah ini.

Biological Oxygen Demand (BOD)

Secara keseluruhan, nilai BOD terus mengalami peningkatan, terutama di stasiun IV karena ada penambahan bahan organik dari

Kali Tengah, yang berhulu didaerah Gresik dan sekitarnya.

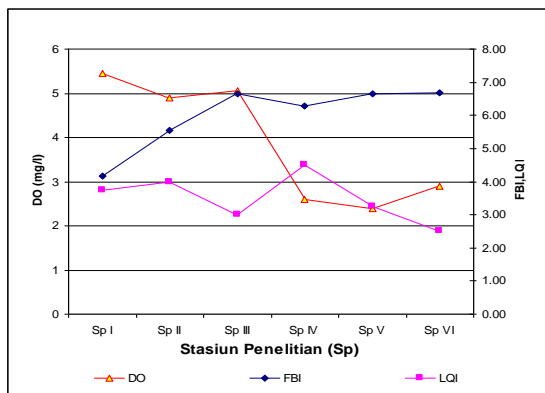


Gambar 4. Hubungan Antara Indeks FBI, BOD, Indeks LQI

Dari Gambar 4, didapatkan indeks FBI, nilai BOD berbanding lurus dengan indeks ini, sehingga meningkatnya nilai BOD membuat nilai FBI ikut meningkat yang menunjukkan penurunan kualitas suatu perairan (Kalih *et al.*, 2018). Indeks LQI, nilai BOD berbanding terbalik, sehingga bila nilai BOD meningkat maka nilai LQI akan menurun, dan menurunnya nilai LQI menunjukkan kualitas air sungai semakin buruk.

DO

Nilai DO secara keseluruhan mengalami penurunan hingga hilir. Nilai DO berbanding terbalik dengan nilai indeks FBI, hal ini menunjukkan bahwa jika nilai DO turun maka indeks FBI akan naik, menunjukkan kualitas air yang menurun, dijelaskan di Gambar 5 (Grafik hubungan Indeks dengan DO)



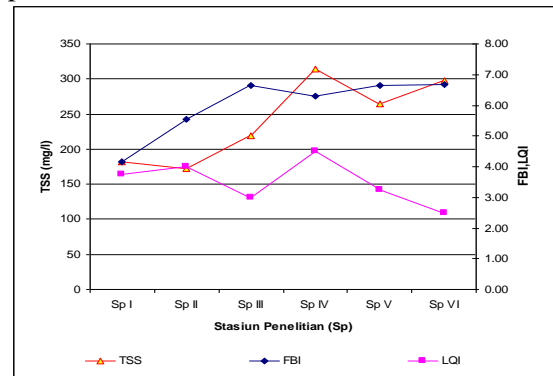
Gambar 5. Grafik Hubungan Antara Indeks FBI, DO, Indeks LQI

Dari Gambar 5, indeks LQI, nilai DO berbanding lurus. Menunjukkan bahwa apabila nilai DO turun maka nilai indeks LQI akan ikut turun yang menunjukkan penurunan

kualitas air pula. Di stasiun penelitian IV, terjadi sedikit penyimpangan pada nilai LQI, hal ini diakibatkan adanya beberapa organisme yang belum memiliki nilai toleransi terhadap pencemar antara lain famili *hymenesomantidae*, serta famili lain seperti *chlorocypidae* sehingga secara tak langsung juga mempengaruhi nilai indeks LQI.

TSS

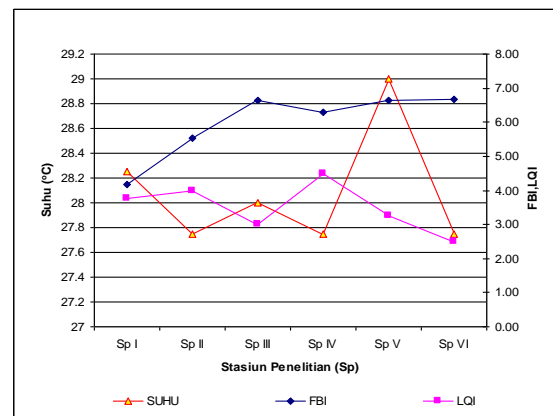
Nilai TSS berbanding lurus dengan nilai indeks FBI, namun berbanding terbalik dengan indeks LQI. Pada stasiun penelitian IV, kenaikan nilai TSS berpengaruh terbalik pada nilai LQI, terjadinya sedikit penyimpangan pada nilai LQI, hal ini juga diakibatkan adanya beberapa organisme yang belum memiliki nilai toleransi terhadap pencemar. Sehingga pada stasiun penelitian IV, indeks LQI dirasa kurang sesuai apabila digunakan pada titik ini.



Gambar 7. Hubungan Antara Indeks FBI, TSS, Indeks LQI

Suhu

Nilai Suhu pada lokasi penelitian dipengaruhi oleh perbedaan waktu pengambilan sampel, dan tata guna lahan.

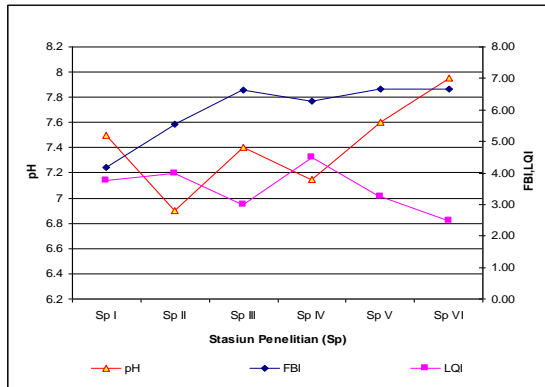


Gambar 8. Grafik Hubungan Antara Indeks FBI, Suhu, Indeks LQI

Namun secara keseluruhan suhu pada hasil pengukuran masih memungkinkan makroinvertebrata benthos untuk hidup. Kisaran suhu optimum bagi organisme di perairan adalah 20⁰-30⁰ C.

pH

Nilai pH secara keseluruhan masih memenuhi baku mutu perairan yaitu 6–9 dan menurut Barus range pH yang masih memungkinkan makroinvertebrata benthos untuk hidup berkisar antara 7–8.5



Gambar 9. Grafik Hubungan Antara Indeks FBI, pH, Indeks LQI

Uji Hubungan Indeks Biota dengan Paranefer Kimia Organik

Uji statistik korelasi dengan menggunakan program bantu statistik, yaitu MINITAB 14. Variabel yang diuji adalah indeks biota dan variabel pembandingnya adalah parameter fisika kimia.

Tabel 3. Uji Korelasi Antara Dua Variabel

Korelasi			
FBI		LQI	
Parameter	Nilai Korelasi	Parameter	Nilai Korelasi
BOD	0.78	BOD	-0.02
COD	0.58	COD	0.04
DO	-0.67	DO	0.08
TSS	0.68	TSS	-0.13
pH	0.26	pH	-0.82
suhu	0.02	suhu	-0.18

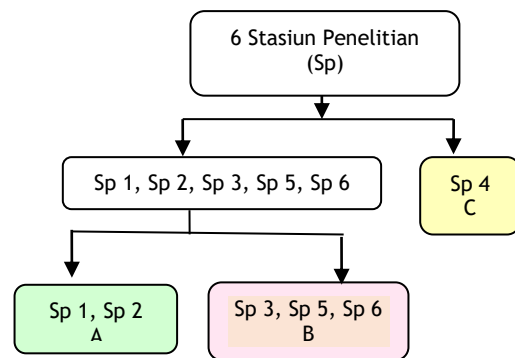
Berdasarkan hasil uji korelasi, variabel indeks FBI, indeks LQI dan parameter fisika kimia yang memberikan nilai koefisien korelasi (R) diatas 50% adalah pada indeks FBI berturut turut adalah 0,78; 0,58; -0,67; 0,68; dan pada indeks LQI nilai korelasi diatas 50% adalah -0,82 yaitu pada korelasi antara indeks LQI dan parameter pH.

Pada penelitian ini walaupun nilai indeks LQI memiliki nilai korelasi tertinggi, namun hanya terdapat pada satu parameter saja, sehingga indeks ini kurang sesuai apabila digunakan pada Kali Surabaya.

Dari kedua indeks Biota, indeks FBI dinilai lebih sesuai untuk karakteristik fisika kimia Kali Surabaya karena indeks ini mampu menjelaskan dan memperkuat data parameter fisik kimia air lebih banyak dibanding indeks LQI. Dalam upaya pengembangan biomonitoring dan bioassessmen menggunakan organisme makroinvertebrata benthos di Kali Surabaya, sebagai langkah awal dapat menggunakan indeks FBI

Pemetaan Kualitas Air Dengan Menggunakan Model WinTWINS 2.3

Dari hasil pengamatan dan identifikasi, makroinvertebrata benthos yang ditemukan di Kali Surabaya selama penelitian adalah sebanyak 23 famili makroinvertebrata benthos. Dari hasil pemetaan dengan menggunakan WinTWINS 2.3, berdasarkan 6 stasiun penelitian, WinTWINS 2.3 memetakan Kali Surabaya menjadi 3 *site of group* (SOG).



Gambar 10. Pemetaan WinTWINS 2.3 di Kali Surabaya

SOG A terdiri atas 2 stasiun penelitian (sp) terletak di bagian hulu Kali Surabaya, Kelompok famili makroinvertebrata benthos yang menyusun SOG ini antara lain dari jenis *ephemeroptera* yaitu *polymitarcydae*, *baetidae*, dan beberapa organisme dari ordo gastropoda yaitu *thiaridae*. Menurut Hendrasarie (2003), jenis di atas banyak ditemukan di air jernih.

SOG B terdiri atas 3 stasiun penelitian, yaitu sp III, sp V dan VI, yang terletak di bagian tengah dan hilir Kali Surabaya. Kesamaan antar stasiun penelitian di SOG B adalah Makroinvertebrata Benthos yang ditemukan di SOG B didominasi oleh makroinvertebrata

Benthos dari jenis gastropoda (famili *thiaridae*, *viviparidae* dan *buccinidae*) dan oligochaeta (*lumbricullidae*, *tubificidae*). Sebagian besar makroinvertebrata benthos yang ditemukan berasal dari kelompok toleran ‘sedang’ (*thiridae*, *viviparidae*, *lumbricullidae*) hingga ‘berat’ (*buccinidae*, *tubificidae*) dimana kedua kelompok makroinvertebrata benthos ini pada umumnya toleran. Bahan organik pada ketiga stasiun penelitian ini banyak berasal dari limbah domestik dan industri. Menurut Vivin *et al.*, (2016) organisme indikator yang menunjukkan pencemaran bahan organik tinggi. Menurut Yudo (2017), *tubificidae* memiliki habitat pada semua jenis lingkungan bersubstrat lumpur dan dapat melimpah pada perairan mengalir (sungai) yang telah tercemar bahan organik. Dari ketiga stasiun penelitian ini terdapat kesamaan yaitu memiliki substrat pasir lanau.

SOG C yaitu Sp IV, terletak setelah Kali Tengah, anak cabang Kali Surabaya. Sebagian besar makroinvertebrata benthos yang ditemukan di lokasi ini berasal dari makroinvertebrata benthos jenis odonata atau capung – capungan (*chlorochyphidae*, *agridae*) serta kumbang perenang (*corixidae*). Yang membedakan SOG ini dengan SOG lainnya adalah tidak ditemukannya famili makroinvertebrata benthos dari jenis cacing–cacingan. Tipe substrat di SOG C termasuk substrat lanau pasiran.

Status Kualitas Perairan Kali Surabaya Berdasarkan Indeks FBI dan WinTWINS

Pada penelitian ini selain digunakan untuk memetakan Kali Surabaya, WinTWINS 2.3

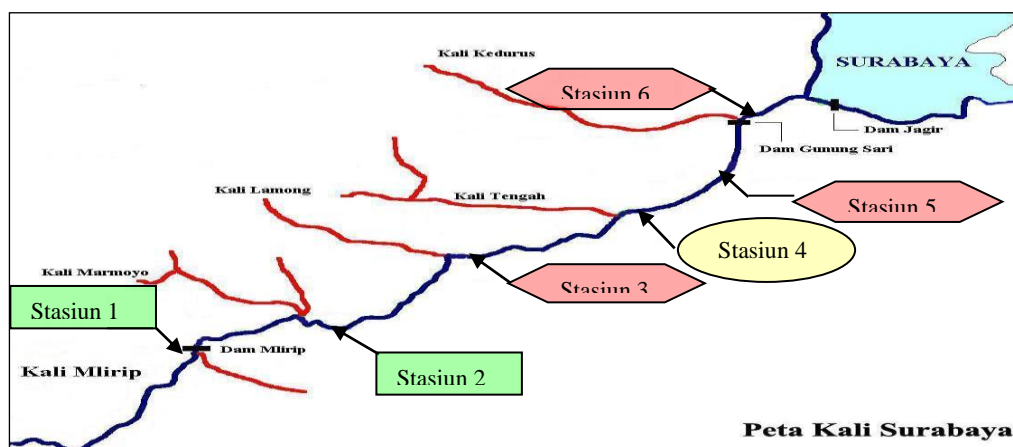
juga digunakan untuk lebih memperkuat data hasil uji statistik, dengan mengelompokkan berdasarkan kesamaan komunitas dalam bentuk SOG.

Tabel 4. Kriteria dan Kesamaan Komunitas

Indeks	Kriteria dan Kesamaan Komunitas	
FBI	Stasiun penelitian I	Sangat Baik
	Stasiun penelitian II	Sedang
	Stasiun penelitian IV	Cukup Buruk
	Stasiun penelitian III, V, VI	Buruk
WinTWINS 2.3	SOG A (kualitas baik)	Stasiun I, II
	SOG C (kualitas cukup buruk)	Stasiun : IV
	SOG B (kualitas buruk)	Stasiun : III, V, VI

Dari tabel diatas dapat disimpulkan adanya kesamaan data antara hasil indeks FBI dan WinTWINS 2.3, sehingga dari hasil uji kesamaan semakin memperkuat bahwa indeks FBI dapat dijadikan alternatif pemantauan kualitas air khususnya Kali Surabaya.

Untuk lebih memperjelas pemetaan sungai dapat dilihat pada Gambar 11. Dari gambar dapat dijelaskan, kotak berwarna hijau menunjukkan SOG A, di SOG ini terdapat 2 stasiun penelitian yaitu I dan II, pada SOG B ditandai dengan kotak berwarna merah, terdapat 3 stasiun penelitian yaitu stasiun penelitian III, stasiun penelitian V, stasiun penelitian VI. Dan SOG C ditandai dengan kotak warna kuning dengan 1 stasiun penelitian yaitu stasiun penelitian I.



Gambar 11. Pemetaan Kali Surabaya Berdasarkan WinTWINS dan indeks FBI

KESIMPULAN

Kelompok famili makroinvertebrata benthos yang mendominasi dari hulu hingga hilir adalah dari kelompok toleran sedang, dengan persentase rata-rata di tiap bagian sungai (hulu, tengah, hilir) 50 %.

Kualitas air berdasarkan indeks FBI, berada pada range 4,2 hingga 6,6. Indeks FBI ini hasil penilaiannya yang sesuai dengan model WinTWINS 2.3. Didapatkan, pada bagian hulu Kali Surabaya termasuk kualitas air sangat baik hingga sedang. pada bagian tengah Kali Surabaya termasuk kualitas air cukup buruk hingga buruk. Pada bagian hilir Kali Surabaya termasuk kualitas air buruk.

Berdasarkan indeks FBI dikaitkan dengan model WinTWINS 2.3, didapatkan 3 site of group (A, B, C). SOG A, terletak di hulu Kali Surabaya dengan kualitas air baik. SOG B, terletak di hilir Kali Surabaya, dengan kualitas air buruk. SOG C terletak di lokasi setelah anak sungai Kali Tengah, dengan kualitas air cukup buruk

DAFTAR PUSTAKA

- Carter, Sarah., Doran, Bruce, (2005), *Key to Freshwater Macroinvertebrates in Ontario*, St. Lawrence River Institute of Environmental Sciences, Ontario
- Handayani, Sanita T., Suharto, B., Marsoedi, (2001), Penentuan Status Kualitas Perairan Sungai Berantas Hulu, Jurnal, Biosain, Volume 1, No. 1
- Hendrasarie, N., (2003), Indeks Keanekaragaman Benthos di Kawasan Mangrove Pantai Probolinggo, Jurnal AKSIAL, 5 (2), 2003
- Hendrasarie, N., (2008) *Survey of Water Quality at Surabaya River's Two Stream Confluence*, Prosiding Seminar Internasional ITS Surabaya, 1 (1) pp. 1-9
- Hendrasarie, N., (2003) Uji Tingkat Kesamaan Struktur Komunitas Benthos dan Habitatnya di Kawasan Mangrove Pantai Probolinggo dan Situbondo, Jurnal Penelitian Ilmu Teknik, 3(1), pp.11-17
- Hilsenhoff, W. L., (1988), *Rapid Field Assessment of Organic Pollution with a Family-Level Biotic Index*, Department of Entomology, University of Wisconsin, Madison, Wisconsin, USA
- Jesup, B. K., Markowitz, A., Stribbling, James B., Friedman, E., laBelle, K., Dziepak, N., (2003), *Family Level Key to The Stream Invertebrates of Maryland and Surrounding Areas*, Maryland Department of Natural Resources Chesapeake Bay and Watershed Programs Monitoring and Non Tidal Assessment Division
- Kalih, L.A.T., Septian, I., dan Lativah, Y., (2018), Makroinvertebrata sebagai Bioindikator Kualitas Perairan Waduk Batujai di Lombok Tengah, Biotropika: Journal of Tropical Biology, | Vol. 6 No. 3
- Leatemia, S.P.O., dan Manangkalangi, E., (2017), Makroavertebrata Bentos sebagai Bioindikator Kualitas Air Sungai Nimbai Manokwari, Papua Barat, 22,(1), pp. 25-33
- Muntalif, B. S., Ratnawati, K., Bahri, S., (2008), Bioassessment Menggunakan Makroinvertebrata Bentik untuk Penentuan Kualitas Air Sungai Citarum Hulu, Jurnal Purifikasi, Volume 9, No. 1
- Rini, Dayu Setyo, (2007), Panduan Lapangan Makroinvertebrata Kali Surabaya Untuk Penilaian Kualitas Air, *Surabaya River Ecology Center*, Ecoton, Gresik
- Susanti, P.D., Adi, R.N., (2017), Makroinvertebrata Sebagai Bioindikator Pengamatan Kualitas Air, Prosiding Seminar Nasional Geografis UMS
- Vivin, S. I., Hadi, W., Masduki, A., (2016), Identifikasi Daya Tampung Beban Pencemaran Air Kali Surabaya Segmen Jembatan Canggutambahan Bambe dengan Pemodelan QUAL2Kw, Jurnal Teknik ITS, 5, (2).
- Yudo, S dan Said, N.I., (2019), Kondisi Kualitas Air Sungai Surabaya: Studi Kasus Peningkatan Kualitas Air Baku PDAM Surabaya, Jurnal Teknologi Lingkungan, 20,(1).