

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Waduk

Waduk merupakan suatu genangan air yang berada diatas permukaan tanah yang dibentuk oleh manusia, dimana airnya berasal dari tanah dan air permukaan (air hujan dan air limpasan). Sebagai siklus hidrologis yang potensial, waduk berfungsi sebagai sumber air, irigasi, air baku air minum, pengendali banjir dan kegiatan lainnya. Selain itu, waduk juga berfungsi sebagai penampung air hujan, budidaya perairan, serta ekowisata alam dan lain sebagainya, dimana dengan fungsi ini, waduk sangat memungkinkan untuk tercemar oleh bahan-bahan pencemar (Marganof, 2007). Waduk mempunyai fungsi penting baik secara ekologis, ekonomis, estetika, wisata alam maupun religi dan tradisi. Secara ekologis danau atau waduk mempunyai fungsi dan manfaat sebagai tempat penampungan air, daerah resapan dan habitat kehidupan liar, sedangkan secara ekonomis berfungsi atau bermanfaat sebagai sumber air irigasi, perikanan dan wisata alam, transportasi dan sebagainya (Effendi, 2003). Perubahan kualitas perairan pada waduk merupakan perubahan lingkungan yang tidak menguntungkan, karena dapat menyebabkan terganggunya kehidupan biota air dan mengurangi nilai estetika waduk, yang disebabkan oleh berkumpulnya bahan-bahan pencemar organik maupun anorganik dalam waduk (Pujiastuti dkk., 2003).

2.2 Situ Cibuntu

Perairan Situ Cibuntu terletak di dalam kawasan Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), tepatnya di belakang Gedung Pusat Penelitian dan Pengembangan Limnologi-LIPI, Cibinong, Bogor, Jawa Barat. Perairan Situ Cibuntu memiliki fungsi utama sebagai sumber irigasi bagi kegiatan pertanian di sekitarnya. Selain itu, LIPI juga memanfaatkan Situ Cibuntu sebagai laboratorium alam, yaitu sebagai objek penelitian. Hasil dari penelitian tersebut akan digunakan sebagai tolak ukur bagi pengelolaan situ-situ lainnya khususnya di daerah Jawa Barat. Situ Cibuntu pun dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar untuk aktivitas memancing. Menurut Sulawesty dkk. (2000), Situ Cibuntu memiliki luas area 15.295 m^2 ($\pm 1,5 \text{ ha}$) dan kedalaman rata-rata 0,88 m. Data fisik Situ Cibuntu tahun 1999 dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Fisik Situ Cibuntu

No.	Uraian	Nilai
1.	Luas	15.295 m^2
2.	Volume	13.545 m^3
3.	Kedalaman maksimum	2 m
4.	Kedalaman rata-rata	0,88 m
5.	Garis terpanjang	197,8 m
6.	Lebar	82,6 m

Sumber : Sulawesty dkk. (2000)

2.3 Kualitas Air Situ

2.3.1 Parameter Fisika Perairan

a. Suhu

Suhu dalam suatu ekosistem air akan mengikuti pola temperatur udara di sekitarnya serta dipengaruhi oleh faktor ketinggian geografis suatu daerah (Barus, 2004). Suhu suatu badan air dipengaruhi oleh beberapa hal, seperti musim, lintang, ketinggian dari permukaan laut, sirkulasi udara, penutupan awan dan aliran serta kedalaman dari badan air. Perubahan suhu dapat mempengaruhi proses fisika, kimia, dan biologi pada badan air. Peningkatan suhu mengakibatkan peningkatan viskositas, reaksi kimia, evaporasi dan volatilisasi. Selain itu peningkatan suhu air juga mengakibatkan penurunan kelarutan gas dalam air seperti O₂, CO₂, N₂, dan CH₄ (Haslam, 1995).

Beberapa sifat termal air seperti panas jenis, nilai kalor penguapan dan nilai peleburan air mengakibatkan minimnya perubahan suhu air, sehingga variasi suhu air lebih kecil bila dibandingkan dengan variasi suhu udara. Danau maupun waduk di daerah tropik mempunyai kisaran suhu yang tinggi yaitu antara 20-30°C, serta suhu pada danau di daerah tropik menunjukkan sedikit penurunan dengan bertambahnya kedalaman. Oleh karena itu perubahan suhu dapat menghasilkan stratifikasi yang baik sepanjang tahun, sehingga pada danau yang amat dalam cenderung hanya sebagian yang tercampur (Effendi, 2003; Hadi, 2005).

b. *Total Suspended Solid (TSS)*

Padatan tersuspensi adalah padatan yang menyebabkan kekeruhan air, tidak terlarut dan tidak dapat langsung mengendap, terdiri dari partikel-partikel yang ukuran maupun beratnya lebih kecil dari sedimen, misalnya tanah liat, bahan-bahan organik tertentu, sel-sel mikroorganisme, dan sebagainya (Nasution, 2008). Menurut Effendi (2003), padatan tersuspensi total (*Total Suspended Solid* atau TSS) merupakan bahan-bahan tersuspensi yang berdiameter > 1 µm yang tertahan pada saringan milli-pore dengan diameter pori 0,45 µm. Zat padat tersuspensi merupakan tempat berlangsungnya reaksi-reaksi kimia yang heterogen dan berfungsi sebagai bahan pembentuk endapan yang paling awal, dimana dapat menghalangi kemampuan produksi zat organik di suatu perairan (Tarigan dan Edward, 2003).

Padatan tersuspensi yang tinggi akan mempengaruhi biota perairan melalui dua cara. Pertama, dapat menghalangi dan mengurangi penetrasi cahaya ke dalam badan air, sehingga menghambat proses fotosintesis oleh fitoplankton dan tumbuhan air lainnya. Kondisi ini akan mengurangi pasokan oksigen terlarut dalam badan air. Kedua, TSS yang tinggi secara langsung dapat mengganggu biota perairan seperti ikan karena tersaring oleh insang (Marganov, 2007).

c. *Total Dissolved Solid (TDS)*

Kelarutan zat padat dalam air atau disebut *Total Dissolved Solids (TDS)* adalah terlarutnya zat padat, baik berupa ion, berupa senyawa, koloid di dalam air. Sebagai contoh adanya TDS dalam air yaitu air permukaan apabila diamati setelah turun hujan akan mengakibatkan air sungai maupun kolam terlihat keruh, hal ini disebabkan oleh larutnya partikel tersuspensi di dalam air, sedangkan pada musim kemarau air terlihat berwarna hijau karena adanya ganggang di dalam air.

Konsentrasi kelarutan zat padat ini dalam keadaan normal sangat rendah, sehingga tidak terlihat oleh mata telanjang (Situmorang, 2007). Penyebab utama terjadinya TDS adalah bahan anorganik berupa ion-ion yang umum dijumpai di perairan. Sebagai contoh, air buangan sering mengandung molekul sabun, detergen dan surfaktan yang larut dalam air, misalnya pada air buangan rumah tangga dan industri pencucian (Marganov, 2007).

2.3.2 Parameter Kimia Perairan

a. pH

Derajat keasaman adalah gambaran jumlah atau aktivitas ion hydrogen di dalam perairan. Derajat keasaman menunjukkan suasana air tersebut apakah dalam kondisi asam atau basa. Perairan dengan nilai $\text{pH} = 7$ adalah netral, $\text{pH} < 7$ dikatakan kondisi perairan bersifat asam, sedangkan $\text{pH} > 7$ dikatakan kondisi perairan bersifat basa. Derajat keasaman (pH) merupakan salah satu dari parameter kimia perairan yang dapat dijadikan indikasi kualitas perairan. Derajat keasaman mempunyai pengaruh yang besar terhadap tumbuh-tumbuhan dan hewan air, sehingga sering dipergunakan sebagai petunjuk untuk menyatakan baik buruknya keadaan air sebagai lingkungan hidup biota air (Effendi, 2003).

Menurut Mahida (1993), keberadaan karbonat, bikarbonat dan hidroksida akan menaikkan keasaman suatu perairan serta limbah buangan industri dan rumah tangga dapat mempengaruhi nilai pH perairan. Nilai pH dapat mempengaruhi spesiasi senyawa kimia dan toksisitas dari unsur-unsur renik yang terdapat di perairan, sebagai contoh H_2S yang bersifat toksik banyak ditemui di perairan tercemar dan perairan dengan nilai pH rendah. Selain itu, pH juga mempengaruhi nilai BOD_5 , fosfat, nitrogen dan nutrient lainnya (Dojildo dan Best, 1992).

b. Oksigen Terlarut (*Dissolved Oxygen*, DO)

Oksigen terlarut adalah gas oksigen yang terlarut dalam air. Oksigen terlarut dalam perairan merupakan faktor penting sebagai pengatur metabolisme tubuh organisme untuk tumbuh dan berkembang biak. Sumber oksigen terlarut dalam air berasal dari difusi oksigen yang terdapat di atmosfer, arus atau aliran air melalui air hujan serta aktivitas fotosintesis oleh tumbuhan air dan fitoplankton (Novonty dan Olem, 1994). Oksigen terlarut merupakan salah satu parameter penting dalam analisis kualitas air. Nilai oksigen terlarut (DO) menunjukkan jumlah oksigen (O_2) yang tersedia dalam suatu badan air. Semakin besar nilai DO pada air, mengindikasikan air tersebut memiliki kualitas yang bagus. Sebaliknya jika nilai DO rendah mengindikasikan bahwa air tersebut telah tercemar. Pengukuran DO juga bertujuan untuk melihat sejauh mana badan air mampu menampung biota air seperti ikan dan mikroorganisme. Selain itu kemampuan air untuk membersihkan pencemaran (bersih diri) juga ditentukan oleh banyaknya oksigen dalam air. Oleh sebab itu, pengukuran parameter ini sangat dianjurkan disamping parameter lain yang sering digunakan seperti BOD dan COD dalam suatu perairan (Hutabarat dan Evans, 2006).

Penelitian Haro (2013) menyebutkan bahwa konsentrasi oksigen terlarut (DO) dengan konsentrasi 4 – 6,3 mg/L cukup baik untuk budidaya ikan di waduk menggunakan KJA. Sebagian besar oksigen pada perairan danau dan waduk merupakan hasil sampingan aktivitas fotosintesis. Pada proses fotosintesis,

karbondioksida direduksi menjadi karbohidrat dan air mengalami dehidrogenasi menjadi oksigen. Di perairan danau, oksigen lebih banyak dihasilkan oleh fotosintesis alga yang banyak terdapat pada zona epilimnion, sedangkan pada perairan tergenang yang dangkal dan banyak ditumbuhi tanaman air pada zona litoral, keberadaan oksigen lebih banyak dihasilkan oleh aktivitas fotosintesis tumbuhan air (Marganov, 2007).

c. Total Phosphat

Fosfor di perairan tidak ditemukan dalam keadaan bebas, melainkan dalam bentuk senyawa anorganik yang terlarut (ortofosfat dan polifosfat) dan senyawa organik berupa partikulat. Fosfat merupakan bentuk fosfor yang dapat dimanfaatkan oleh tumbuhan dan merupakan unsur yang esensial bagi tumbuhan, sehingga menjadi faktor pembatas yang mempengaruhi produktivitas perairan. Fosfat yang terdapat di perairan bersumber dari air buangan penduduk (limbah rumah tangga) berupa deterjen, residu hasil pertanian (pupuk), limbah industri, hancuran bahan organik dan mineral fosfat (Saeni, 1989).

Fosfat merupakan faktor penting untuk pertumbuhan plankton dan organisme lainnya. Fosfat merupakan bentuk fosfor yang dapat dimanfaatkan oleh tumbuhan, dimana fosfat sangat diperlukan sebagai transfer energi dari luar ke dalam sel organisme, karena itu fosfat dibutuhkan dalam jumlah kecil (sedikit). Konsentrasi fosfat di perairan jauh lebih kecil daripada konsentrasi ammonia dan nitrat (Effendi, 2003). Total fosfat terdiri dari fosfat terlarut dan fosfat tersuspensi. Dinamika kelimpahan dan struktur komunitas fitoplankton yang paling utama dipengaruhi oleh faktor fisika dan kimia, khususnya ketersediaan unsur hara (nutrient) serta kemampuan fitoplankton untuk memanfaatkannya (Muharram, 2006). Menurut Effendi (2003) jika rasio N:P melebihi 16:1 maka fosfat menjadi faktor pembatas sedangkan jika rasio N:P kurang dari 16:1 maka yang menjadi faktor pembatas adalah unsur nitrat.

d. Nitrat

Nitrogen di perairan berada dalam bentuk organik dan anorganik. Nitrogen organik berupa protein, asam amino, dan urea, sedangkan nitrogen anorganik terdiri dari ammonia (NH_3), ammonium (NH_4), nitrit (NO_2), nitrat (NO_3) dan molekul nitrogen (N_2) dalam bentuk gas (Sastrawijaya, 1991). Bentuk-bentuk nitrogen tersebut mengalami transformasi sebagai bagian dari siklus nitrogen. Sumber nitrogen yang dapat dimanfaatkan secara langsung oleh tumbuhan akuatik adalah nitrat, ammonium dan gas nitrogen (Muhazir, 2004).

Nitrat merupakan bentuk utama nitrogen di perairan alami dan merupakan nutrient utama bagi pertumbuhan tanaman dan alga. Nitrat nitrogen sangat mudah larut dalam air dan bersifat stabil. Senyawa ini dihasilkan dari proses oksidasi sempurna senyawa nitrogen di perairan. Nitrifikasi yang merupakan proses oksidasi ammonia menjadi nitrit dan nitrat adalah proses yang penting dalam siklus nitrogen dan berlangsung pada kondisi aerob. Kadar nitrat-nitrogen pada perairan lebih dari 5 mg/liter mengindikasikan terjadinya pencemaran antropogenik yang berasal dari aktivitas manusia dan tinja hewan. Sedangkan apabila kadar nitrat-nitrogen yang lebih dari 0,2 mg/liter mengakibatkan terjadinya eutrofikasi perairan, yang selanjutnya akan menstimulir pertumbuhan alga dan tumbuhan air secara pesat (Effendi, 2003).

2.4 Indeks Polutan Air

Indeks polutan air yang digunakan di Indonesia berupa metode STORET dan metode Indeks Pencemaran.

a. Metode STORET

Metode STORET merupakan salah satu metode yang biasa digunakan untuk menentukan status mutu air. Penentuan status mutu air dilakukan dengan cara membandingkan data kualitas air dengan baku mutu yang telah ditetapkan sesuai dengan peruntukannya. Dari metode ini dapat diketahui parameter-parameter yang telah memenuhi atau melampaui baku mutu air. Salah satu baku mutu yang ditetapkan seperti yang telah diatur pada Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 mengenai status mutu air. Hasil uji laboratorium dan pengukuran lapangan dari semua parameter kemudian dibandingkan dengan baku mutu sesuai dengan kegunaannya untuk mengetahui kelayakan penggunaan air pada suatu perairan.

Kualitas air dinilai berdasarkan ketentuan sistem STORET yang dikeluarkan oleh EPA (*Environmental Protection Agency*) yang mengklasifikasikan mutu air ke dalam empat kelas, yaitu :

1. Kelas A: baik sekali, skor = 0 memenuhi baku mutu,
2. Kelas B : baik, skor = -1 s/d -10 cemar ringan,
3. Kelas C : sedang, skor = -11 s/d -30 cemar sedang,
4. Kelas D : buruk, skor \geq -31 cemar berat.

b. Metode Indeks Pencemaran

Sumitomo dan Nemerow (1970 dalam Kepmen LH 115 Tahun 2003), Universitas Texas, A.S., mengusulkan suatu indeks yang berkaitan dengan senyawa pencemar yang bermakna untuk suatu peruntukan. Indeks ini dinyatakan sebagai Indeks Pencemaran (*Pollution Index*) yang digunakan untuk menentukan tingkat pencemaran relatif terhadap parameter kualitas air yang diizinkan. Indeks ini memiliki konsep yang berlainan dengan Indeks Kualitas Air (*Water Quality Index*). IP ditentukan untuk suatu peruntukan, kemudian dapat dikembangkan untuk beberapa peruntukan bagi seluruh bagian badan air atau sebagian dari suatu sungai. Metode Indeks Pencemaran ini digunakan untuk menentukan status mutu air untuk data tunggal, atau bukan time series data, yang dilakukan pada suatu titik pengujian/pengukuran. Rumus yang digunakan untuk menghitung Indeks Pencemaran adalah :

$$IP_j = \sqrt{\frac{\left(\frac{C_i}{L_{ij}}\right)^2 M + \left(\frac{C_i}{L_{ij}}\right)^2 R}{2}} \dots\dots\dots(1)$$

Dimana IP_j merupakan indeks pencemaran bagi peruntukan j , C_i adalah konsentrasi parameter kualitas air i , L_{ij} adalah konsentrasi parameter kualitas air i yang tercantum dalam baku mutu peruntukan air j , M = maksimum dan R = rerata (Kepmen LH No. 115 tahun 2003).

2.5 Indeks Kualitas Air

Metode kualitas air yang biasa digunakan di Canada adalah *Canadian Council of Ministers of the Environment (CCME WQI)* (Lumb dkk., 2006 dalam Saraswati dkk., 2013). Indeks kualitas air CCME merupakan metode yang digunakan untuk mengetahui status mutu air dan melihat kondisi pencemaran perairan. Indeks ini membandingkan hasil nilai analisi kualitas air terhadap acuan untuk memperoleh nilai pada rentang 0 yang menunjukkan kualitas yang buruk sampai 100 yang menunjukkan kualitas yang baik (Hurley dkk., 2012). Metode ini menggabungkan 3 elemen yaitu banyaknya parameter yang tidak sesuai dengan baku mutu (F1), dan banyaknya hasil uji yang tidak sesuai dengan baku mutu (F2) serta besaran/selisih nilai hasil pengujian pada suatu parameter terhadap baku mutunya (F3) (Sahdad, 2017).

2.6 Standar Deviasi dan Standar Error

Standar deviasi atau simpangan baku merupakan ukuran penyebaran data yang paling sering digunakan. Sebagian besar nilai data cenderung berada dalam satu standar deviasi dari mean. Standar deviasi adalah suatu statistik yang digunakan untuk menggambarkan variabilitas/dispersi dalam suatu variabilitas dalam suatu distribusi maupun variabilitas beberapa distribusi (Harinaldi, 2005).

Standar deviasi mengukur bagaimana nilai-nilai data tersebar, atau rata-rata jarak penyimpangan titik-titik data (nilai-nilai observasi) diukur dari nilai rata-rata data tersebut. Secara tidak langsung nilai standar deviasi juga menggambarkan seberapa besar keragaman sampel. SD merupakan akar dari varian maupun varian adalah kuadrat dari standar deviasi. Semakin besar nilai standar deviasi maka data sampel semakin menyebar (bervariasi) dari rata-ratanya, sebaliknya jika semakin kecil maka data sampel semakin homogen (hampir sama) (Campbell dan Swinscow, 2009).

Standar Error (SE) atau kesalahan standar dari suatu parameter statistik (misal rata-rata atau deviasi standar) adalah deviasi standar dari distribusi sampling parameter statistik itu sendiri (Soewarna, 1995). Standar error dapat melihat akurasi penduga sampel terhadap parameter populasi, standar error mengukur presisi dari perkiraan parameter populasi. Ukuran statistik ini dapat menunjukkan seberapa dekat nilai *mean* populasi dengan nilai estimasi yang didapat dari nilai *mean* sampel. Nilai standar error kecil berarti penyebaran *mean*/rata-rata sampel juga kecil maka estimasi terhadap parameter populasi akan lebih tepat. Bila nilai standar error besar berarti penyebaran *mean*/rata-rata sampel juga besar maka estimasi terhadap parameter populasi menjadi kurang tepat (Campbell dan Swinscow, 2009).

2.7 Analisis Regresi Linier Sederhana

Menurut Jonathan (2006), regresi linier sederhana merupakan suatu metode yang digunakan untuk mengukur besarnya pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikat dan memprediksi variabel terkait dengan menggunakan variabel bebas. Sedangkan pendapat lain menurut Gujarati dalam Jonathan (2006)

mendefinisikan analisis regresi sebagai kajian terhadap hubungan satu variabel yang disebut sebagai variabel yang diterangkan (*the explained variable*) dengan satu atau dua variabel yang menerangkan (*the explanatory*). Variabel pertama disebut sebagai variabel tergantung dan variabel kedua disebut sebagai variabel bebas.

Fungsi dari metode regresi linier ini yaitu dimaksudkan untuk mengetahui seberapa besar tingkat pengaruh antara variabel bebas (*independent*) dengan variabel terikat (*dependent*). Metode ini juga dapat digunakan sebagai perkiraan untuk memperkirakan baik atau buruknya suatu variabel X terhadap naik turunnya suatu tingkat variabel Y, begitu pun sebaliknya. Rumus regresi linier sederhana yaitu sebagai berikut:

$$Y = a + bX + e \dots\dots\dots(2)$$

Dimana :

Y = kepuasan pemustaka

a = harga Y bila X = 0 (harga konstan)

b = angka arah atau koefisien regresi, yang menunjukkan angka peningkatan ataupun penurunan variabel independen. Bila b (+) maka naik dan bila (-) maka terjadi penurunan.

X = variabel bebas

E = error atau sisa

(Husein, 2005)

2.8 Penelitian Terdahulu

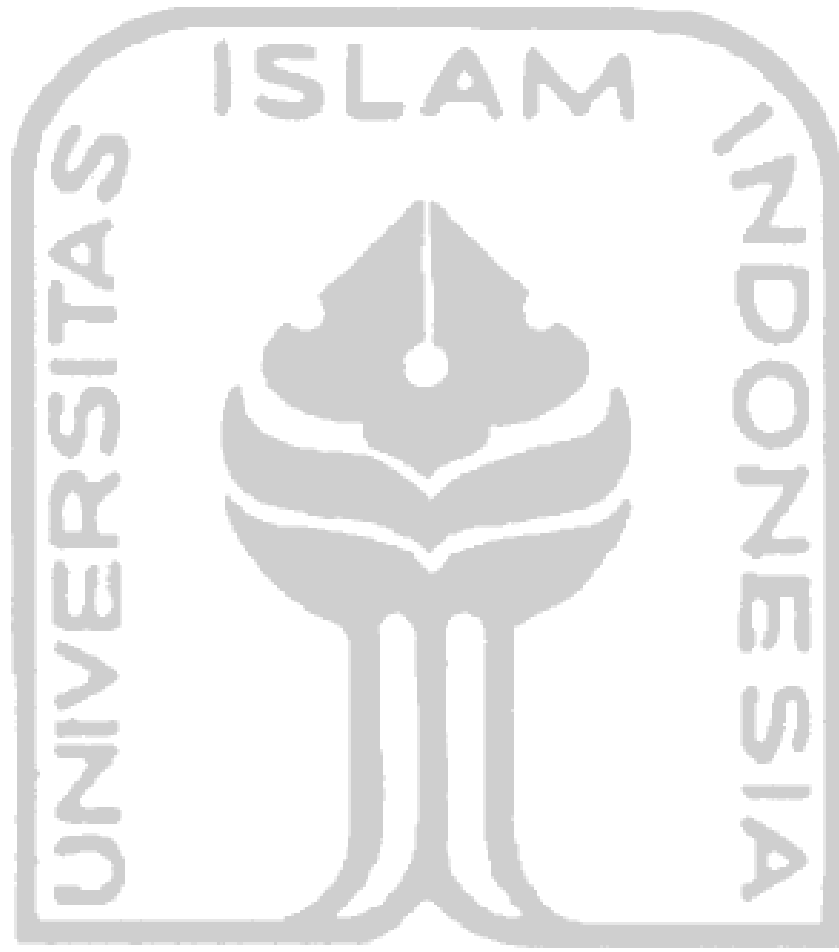
Studi penelitian terdahulu menjadi salah satu acuan penulis dalam melakukan penelitian sehingga penulis dapat memperkaya teori yang digunakan dalam mengkaji penelitian yang dilakukan. Penelitian terdahulu yang terkait dengan penelitian yang dilakukan penulis dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Studi Penelitian Terdahulu

No.	Penulis	Topik	Metode	Keterangan
1.	Saraswati, Sri Puji dkk. (2014)	Indeks Kualitas Air	Metode IP, STORET dan CCME WQI	- Kajian bentuk dan sensitivitas rumus metode indeks PI, STORET, CCME untuk penentuan status mutu perairan sungai tropis di Indonesia (Sungai Gajah Wong) - Menganalisis 17 parameter (data sekunder)
2.	Amin, Saifi Khairil (2014)	Indeks Kualitas Air	Metode STORET, IP, CCME WQI dan OWQI	- Kajian penentuan status mutu air di Kali Kloang, Kabupaten Pamekasan - Parameter yang diukur : COD, BOD, TSS, suhu, ammonia, pH, <i>fecal coliform</i> , <i>total phosphorus</i>

No.	Penulis	Topik	Metode	Keterangan
3.	Regmi dan Mishra, (2015)	Indeks Kualitas Air	Metode CCME WQI	<ul style="list-style-type: none"> - Pengujian status pencemaran dengan metode CCME WQI di Sungai Pasig, Metro Manila - Parameter : pH, BOD, DO, TC
4.	Yusrizal, Heri (2015)	Indeks Kualitas Air	Metode IP, STORET dan CCME WQI	<ul style="list-style-type: none"> - Membahas tentang efektifitas ketiga metode tersebut dalam menentukan status kualitas air di Sungai Way Sekampung, Provinsi Lampung - Data sekunder dari BPLHD Prov. Lampung sebanyak 23 parameter.





الجامعة الإسلامية الأندونيسية