

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Ekosistem air tawar merupakan salah satu ekosistem perairan yang terdapat di daratan. Terdapat 2 (dua) jenis ekosistem air tawar berdasarkan aliran airnya yaitu ekosistem air tergenang (lentik), contohnya danau, kolam dan rawa. Sedangkan ekosistem air mengalir (lotik), contohnya mata air dan sungai.

2.1 Perbedaan dan Persamaan Danau dan Waduk

Waduk/embung/situ/danau adalah salah satu sumber air tawar yang menunjang kehidupan makhluk hidup dan kegiatan sosial ekonomi manusia. Ketersediaan sumber daya air, mempunyai peran yang mendasar untuk perkembangan ekonomi di suatu wilayah. Ketersediaan air yang kurang memadai dapat menyebabkan kegiatan pembangunan terbatas sehingga berimbas pada kemakmuran penduduk. Secara prinsip, danau dan waduk adalah sebagai habitat air tergenang dalam suatu cekungan. Keduanya terdapat perbedaan berdasarkan pada proses pembentukannya yang terbentuk secara alami maupun buatan yang airnya bersumber dari air permukaan dan/atau air tanah (KLH, 2010) dan berfungsi menampung air dan menyimpan air yang berasal dari air hujan, air tanah, mata air ataupun air sungai (Irianto *et al.*, 2011).

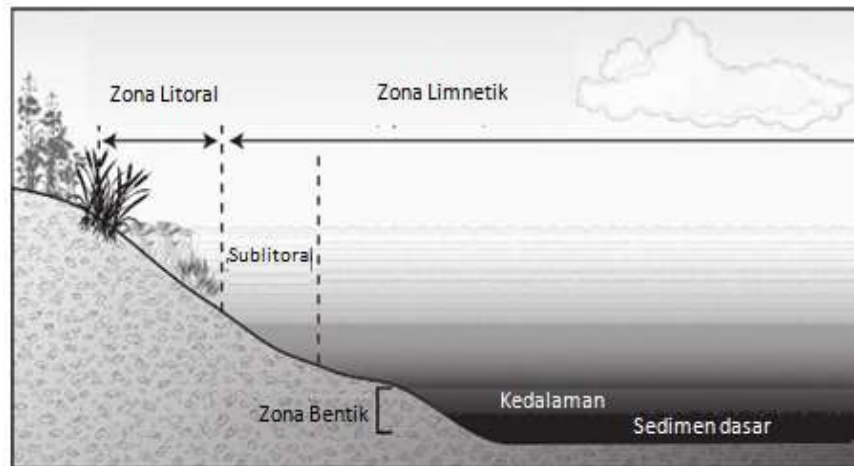
Danau adalah wilayah yang digenangi badan air sepanjang tahun yang terbentuk secara alami karena gerakan kulit bumi sehingga bentuk dan ukurannya bervariasi. Danau dapat terbentuk melalui berbagai proses alam seperti gempa (tektonik), sesar, letusan gunung berapi (vulkanik), dataran banjir, meander (Hadisusanto, 2015), dan karst (Chrismadha *et al.*, 2011). Sebagian besar danau di Indonesia merupakan danau tektonik, vulkanik dan dataran banjir serta sebagian kecil berupa danau karst. Contoh danau tektonik adalah Danau Matano, Poso, Towuti dan Limboto di Sulawesi. Danau vulkanik dan tektovulkanik banyak ditemui di Pulau Sumatera seperti Danau Maninjau, Singkarak dan Toba serta Danau Batur di Bali. Pulau Kalimantan yang cenderung tenang dan tidak terpengaruh dengan gerak tektonik cenderung memiliki danau yang dangkal

karena terbentuk dari dataran banjir dan meander seperti danau Semayang-Melintang dan Sentarum (Chrismadha *et al.*, 2011; Haryani, 2013).

Waduk merupakan salah satu bentuk perairan menggenang yang sengaja dibuat oleh manusia dengan cara membendung sungai yang kemudian airnya disimpan. Waduk cenderung selalu menerima masukan secara terus menerus dari sungai yang mengalirinya. Waduk sebagai bangunan artifisial sumberdaya air yang difungsikan untuk menyimpan air dengan tinggi tubuh perairan lebih dari 10 meter dengan volume tampungan lebih dari 100.000 m³ dan berfungsi untuk menyimpan kekayaan plasma nutfah, mensuplai air permukaan dan penyedia air untuk pertanian, sumber air baku masyarakat, pertanian, pembangkit listrik tenaga air dan pariwisata (Trisakti, 2012). Berdasarkan tipe sungai yang dibendung dan kegunaan danau, maka dikenal tiga tipe waduk, yaitu: waduk lapangan, waduk irigasi dan waduk serbaguna. Ketiga waduk ini mempunyai perbedaan pada fungsi, dan perbedaan yang paling mendasar adalah lama ketersediaan air di waduk. Waduk lapangan mampu berair 6-9 bulan dan mengering di musim kemarau. Waduk irigasi berair sekitar 9-12 bulan, dan dapat dikeringkan apabila akan dilakukan perbaikan. Waduk Serbaguna akan berair sepanjang tahun dan tidak dapat dikeringkan.

Berdasarkan luas permukaannya, danau dibedakan menjadi empat kategori yaitu danau sangat besar (>10.000 km²), besar (100-10.000 km²), menengah (1-100 km²) dan kecil (0,1-1 km²) (Jorgensen *et al.*, 2013). Pembagian zona bentik danau dibedakan menjadi zona litoral, sublitoral, profundal dan limnetik (Cole & Weihe, 2016). Zona litoral merupakan daerah dangkal yang berbatasan dengan garis tepi danau yang masih kaya sinar matahari dan dihuni oleh tanaman air berakar. Cahaya matahari mulai berkurang intensitasnya pada zona sublitoral sehingga sangat sedikit makroflora bentik yang tumbuh namun masih cukup mendapatkan oksigen. Zona profundal merupakan daerah danau dalam yang membatasi penetrasi sinar matahari, keberadaan oksigen sangat terbatas, ber-pH rendah dan kaya akan metana dan CO₂. Zona limnetik atau disebut pula zona pelagik dan zona air terbuka merupakan daerah yang tidak banyak dipengaruhi aktivitas pesisir maupun dasar danau, merupakan habitat bagi plankton serta

berbagai flora dan fauna air. Ilustrasi pembagian zona danau ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Zona danau/waduk berdasarkan karakteristik bentik
(Modifikasi dari Cole & Weihe, 2016)

2.2 Parameter Kualitas Air

Kualitas air yaitu sifat air dan kandungan makhluk hidup, zat, energi atau komponen lain di dalam air. Kualitas air juga merupakan istilah yang menggambarkan kesesuaian atau kecocokan air untuk penggunaan tertentu, misalnya air minum, perikanan, pengairan/irigasi, industri, rekreasi dan sebagainya (Kenjibriel, 2015). Parameter kualitas air merupakan informasi penting tentang kesehatan badan perairan. Air dapat dikatakan tercemar apabila:

- a. Mengandung zat organik dan atau komponen lain yang dapat mengubah fungsi air dengan peruntukannya. Zat organik dan atau komponen lain tersebut yang disebut dengan parameter pencemar.
- b. Kandungan parameter pencemar di dalam air mempunyai toleransi hingga batas tertentu, apabila batas tersebut dilampaui maka air tersebut sudah tidak sesuai dengan peruntukannya.

2.2.1 Parameter Fisik

1) Temperatur atau Suhu

Suhu merupakan komponen penting dalam mendukung kualitas air pada badan sungai. Hal ini disebabkan karena keberadaan suhu mempengaruhi berbagai

proses pada perairan tersebut, yaitu proses fisika, proses kimia dan proses biologi. Suhu pada badan air dipengaruhi oleh musim, letak lintang, ketinggian dari permukaan, waktu, sirkulasi udara, penutupan awan dan aliran serta kedalaman badan air (Effendi, 2003).

Tinggi-rendahnya suhu mempengaruhi viskositas, reaksi kimia, evaporasi dan volatilisasi. Selain itu, semakin tinggi suhu air maka kelarutan gas-gas dalam air akan menurun. Menurut Effendi (2003), setiap peningkatan suhu menyebabkan peningkatan kecepatan metabolisme dan respirasi organisme air. Setiap peningkatan suhu sebesar 10°C menyebabkan terjadinya peningkatan oksigen sekitar 2 hingga 3 kali lipat. Hal ini dapat menyebabkan semakin menipisnya oksigen terlarut di perairan.

2) Padatan Tersuspensi Total (*Total Suspended Solid/TSS*)

Padatan total tersuspensi atau TSS (*Total Suspended Solid*) merupakan padatan atau material dalam air yang berukuran diameter lebih dari 1µm. Padatan ukuran ini dapat tertahan pada saringan milipore dengan diameter pori 0,45 µm. TSS biasanya tersusun atas lumpur, pasir halus maupun jasad-jasad renik. Menurut Effendi (2003), nilai TSS sangat ditentukan oleh sedimen dan limbah yang masuk perairan melalui aliran air dan limpasan air hujan, sehingga TSS cenderung lebih tinggi saat musim penghujan dari pada saat musim kemarau. TSS dapat menyebabkan kekeruhan air dengan menghalangi penetrasi cahaya yang masuk ke dalam air, sehingga dapat mengganggu fotosintesa dan menurunkan produktivitas sumberdaya ikan (Hidayah *et al.*, 2012).

2.2.2 Parameter Kimia

1) Derajat Keasaman (pH)

pH merupakan unsur yang penting untuk dianalisis. Hal ini disebabkan karena sebagian besar organisme perairan hanya dapat hidup di perairan dengan pH netral. Ketika perairan bersifat sangat asam maka akan mengganggu respirasi organisme. Sedangkan pada pH rendah atau bersifat basa maka pembentukan senyawa logam berat akan semakin tinggi. Nilai pH menyatakan konsentrasi ion hidrogen (H^+) dalam larutan atau didefinisikan sebagai logaritma dari resiprokal

aktivitas ion hidrogen yang secara matematis dinyatakan dengan persamaan $\text{pH} = \log 1/\text{H}^+$. H^+ adalah jumlah ionhidrogen dalam mol per liter larutan. Kemampuan air untuk mengikat atau melepaskan sejumlah ion hidrogen akan menunjukkan apakah larutan tersebut bersifat asam atau basa.

Nilai pH akan mempengaruhi konsentrasi logam berat di perairan, dalam hal ini kelarutan logam berat akan lebih tinggi pada pH rendah, sehingga menyebabkan toksisitas logam berat semakin besar. Umumnya pada pH yang semakin tinggi, maka kestabilan akan bergeser dari karbonat ke hidroksida. Hidroksida ini mudah sekali membentuk ikatan permukaan dengan partikel yang terdapat pada badan perairan. Senyawa hidroksida dengan partikel-partikel yang ada di badan perairan akan mengendap dan membentuk lumpur. Menurut PP No.82 tahun 2001, tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air, pH yang baik untuk kegiatan perikanan adalah 6-9.

2) Oksigen Terlarut

Oksigen terlarut dapat didefinisikan sebagai kadar oksigen yang terlarut dalam suatu badan perairan. Kadar oksigen terlarut di perairan alami sangat bervariasi, tergantung pada suhu, salinitas, turbulensi air, dan tekanan atmosfer. Semakin besar suhu dan ketinggian serta semakin kecil tekanan atmosfer, maka kadar oksigen terlarut semakin kecil. Kadar oksigen terlarut juga berfluktuasi secara harian dan musiman, tergantung pada pencampuran dan pergerakan massa air, aktifitas fotosintesis, respirasi dan limbah yang masuk ke badan air (Effendi, 2003).

Kandungan oksigen terlarut dapat dijadikan petunjuk adanya pencemaran bahan organik di perairan. Oksigen terlarut merupakan faktor pembatas yang paling penting bagi kehidupan biota perairan, Jika bahan organik melimpah maka aktifitas bakteri yang menguraikannya menjadi bertambah sehingga oksigen terlarut menjadi rendah karena dikonsumsi oleh bakteri (Effendi, 2003).

3) *Biochemical Oxygen Demand* (BOD)

Biochemical oxygen demand (BOD) adalah jumlah oksigen terlarut dalam air yang digunakan bakteri untuk proses oksidasi bahan organik seperti

karbohidrat, protein, bahan organik dari sumber alami dan polusi dan dinyatakan dalam mg/L atau ppm (Desmawati, 2014). Jika konsumsi oksigen tinggi, maka akan ditunjukkan dengan semakin kecilnya sisa oksigen terlarut di dalam air, berarti kandungan bahan buangan yang membutuhkan oksigen adalah tinggi.

Perairan dengan nilai BOD tinggi mengindikasikan bahwa air tersebut tercemar oleh bahan organik. Bahan organik akan distabilkan secara biologik dengan melibatkan mikroba melalui sistem oksidasi (Setiari, 2012). Menurut PP No. 82 Tahun 2001, besar BOD untuk kriteria air kelas 1 adalah 2 mg/L, kelas 2 adalah 3 mg/L dan kelas 3 adalah 6 mg/L.

4) *Chemical Oxygen Demand* (COD)

Chemical Oxygen Demand (COD) merupakan jumlah oksigen yang dibutuhkan dalam proses oksidasi kimia yang dinyatakan dalam satuan mg O₂/L. Dengan mengukur nilai COD maka akan diperoleh nilai yang menyatakan jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk proses oksidasi terhadap total senyawa organik yang sulit untuk diuraikan secara biologis. Senyawa organik tersebut akan dioksidasi oleh kalium bikromat yang digunakan sebagai sumber oksigen menjadi gas CO₂ dan gas H₂O serta sejumlah ion chrom. Jika pada perairan terdapat bahan organik yang resisten terhadap degradasi biologis, misalnya tanin, fenol, polisakarida dan sebagainya, maka lebih cocok dilakukan pengukuran COD daripada BOD.

Perairan dengan nilai COD tinggi tidak dapat digunakan untuk kepentingan perikanan dan pertanian. Nilai COD pada perairan yang tidak tercemar biasanya kurang dari 20 mg/L, sedangkan pada perairan tercemar dapat lebih dari 200 mg/L dan pada limbah industri dapat mencapai 60.000 mg/L (Yuliasuti, 2011). Menurut PP No. 82 Tahun 2001 besar COD untuk kriteria air kelas 1 adalah 10 mg/L, kelas 2 adalah 25 mg/L dan kelas 3 adalah 50 mg/L.

5) Nitri (N-NO₂) dan Nitrat (N-NO₃)

Nitrat merupakan bentuk utama nitrogen di perairan alami dan merupakan unsur utama bagi tanaman dan alga (Effendi, 2003). Senyawa ini merupakan senyawa yang mudah larut dalam air dan bersifat stabil. Sifat ini disebabkan

karena nitrat dihasilkan dari proses oksidasi yang sempurna. Proses oksidasi amoniak menjadi nitrat dan nitrit disebut nitrifikasi. Kadar nitrat yang lebih dari 5 mg/l menunjukkan bahwa perairan tersebut telah mengalami pencemaran yang disebabkan oleh pupuk, kotoran hewan maupun kegiatan manusia.

Nitrat dapat digunakan untuk mengelompokkan tingkat kesuburan perairan. Perairan oligotrofik memiliki kadar nitrat antara 0-1 mg/l, perairan mesotrofik memiliki kadar nitrat antara 1-5 mg/L, dan perairan eutrofik memiliki kadar nitrat yang berkisar antara 5-50 mg/L (Effendi, 2003). Nitrat merupakan sumber utama nitrogen di perairan yang mudah larut dalam air dan bersifat stabil, kadar nitrat-nitrogen yang lebih dari 0,2 mg/L dapat mengakibatkan terjadinya eutrofikasi, yang selanjutnya menstimulir pertumbuhan algae dan tumbuhan air secara pesat (Sayekti *et al.*, 2015).

6) Total Phosphat

Total P menggambarkan jumlah total fosfor, baik berupa partikulat maupun terlarut, anorganik, maupun organik (Effendi, 2003). Tingginya total fosfat dapat disebabkan hasil oksidasi atau penguraian bahan organik oleh mikroorganisme dekomposer di badan air (Syahrul, 2012). Fosfor tidak bersifat toksik bagi manusia, hewan, dan ikan. Namun, keberadaan fosfor secara berlebihan yang disertai dengan keberadaan nitrogen dapat menstimulir ledakan pertumbuhan algae di perairan algae yang selanjutnya dapat menghambat penetrasi oksigen dan cahaya matahari sehingga kurang menguntungkan bagi ekosistem perairan (Effendi, 2003).

2.3 Eceng Gondok

Eichhornia crassipes atau lebih dikenal dengan eceng gondok adalah salah satu jenis tumbuhan air mengapung yang berasal dari lembah sungai Amazon dan secara alami tumbuh di daerah tropis dan subtropis di bagian Negara Amerika Serikat (Guerena *et al.*, 2015). Berdasarkan taksonominya, eceng gondok masuk dalam genus *Eichhornia*, famili *Pontederiaceae*, ordo *Pontederiales*, kelas *Monocotyledonae*, subfilum *Angiospermae*, filum *Spermatophyta* dan kingdom *Plantae* (CABI, 2018).

Eceng gondok (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms) merupakan tanaman air yang mampu berkembang biak secara vegetatif maupun generatif dengan tingkat reproduksi yang cepat karena struktur akar yang kompleks (Villamagna & Murphy, 2010). Pada umumnya eceng gondok tumbuh dengan cara vegetatif yaitu, dengan menggunakan stolon. Kondisi optimum bagi perkembangannya memerlukan kisaran waktu antara 11–18 hari. Setiap 10 tanaman eceng gondok mampu berkembangbiak menjadi 600.000 tanaman baru dalam waktu 8 bulan. Eceng gondok dapat mencapai ketinggian antara 40-80 cm dengan daun yang licin dan panjangnya 7-25 cm. Tumbuhan eceng gondok terdiri atas helai daun, pengapung, leher daun, ligula, akar, akar rambut, ujung akar, dan stolon.



Gambar 2. Tanaman eceng gondok

Eceng gondok merupakan tanaman air yang dapat menyebabkan penurunan fungsi ekosistem dan dapat menghambat pemanfaatan sungai dan waduk sebagai area rekreasi (memancing, berenang dan transportasi perahu) (Wersal & Madsen, 2010). Awalnya eceng gondok merupakan tanaman hias dengan bunga berwarna ungu yang sangat cocok untuk kolam. Namun, eceng gondok juga telah diberi label sebagai gulma air terburuk di dunia dan menjadi pusat perhatian dunia sebagai spesies invasive karena dapat memberikan

permasalahan lingkungan, social, dan ekonomi secara meluas jika biomassa eceng gondok berlimpah (Theuri, 2013).

Eceng gondok memberikan pengaruh terhadap perairan lingkungan sekitarnya, antara lain; dapat menghambat lancarnya arus air, mempercepat proses pendangkalan karena memiliki kemampuan untuk menahan partikel-partikel yang terdapat dalam air, menyuburkan perairan dengan sampah-sampah organiknya sehingga memungkinkan tumbuhnya tanaman lain (Nurfitri *et al.*, 2011). Eceng gondok dapat bertahan oleh berbagai nutrisi, tingkat suhu dan pH serta dapat tumbuh dalam berbagai ekosistem. Faktor lingkungan seperti suhu, pH, cahaya matahari, dan salinitas air dapat mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan eceng gondok. Kondisi optimum dari pertumbuhan eceng gondok yaitu pada pH antara 6-8 dan pada suhu antara 28-30⁰ C. Eceng gondok dapat memberikan pengaruh secara kimia dan fisika terhadap komposisi perairan sehingga menyebabkan perubahan kejernihan air, fungsi hidrologi, konsentrasi oksigen terlarut, konsentrasi unsure hara dan pencemaran lain di permukaan air (Nguyen *et al.*, 2015).

2.4 Eutrofikasi

Kondisi kualitas air danau atau waduk diklasifikasikan berdasarkan eutrofikasi yang disebabkan adanya peningkatan kadar unsur hara dalam air (Wiryanto *et ai.*, 2012). Eutrofikasi adalah pengkayaan perairan oleh unsur hara, khususnya nitrogen dan fosfor sehingga mengakibatkan pertumbuhan tidak terkontrol dari tumbuhan air. Tumbuhan air yang berkembang biak dengan cepat ini kemudian menutup permukaan air sehingga menghalangi penetrasi cahaya dan menghambat proses fotosintesis fitoplankton. Akibatnya, produktivitas primer menjadi terganggu, populasi zooplankton menurun dan pada gilirannya menurunkan populasi ikan (Hadisusanto, 2015). Eutrofikasi dapat terjadi secara alami akibat kebakaran hutan, erosi, gempa atau masukan nutrien dari kotoran burung, namun kebanyakan eutrofikasi disebabkan oleh ulah manusia (Soeprbowati & Suedy, 2010).

Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 28 Tahun 2009 tentang Daya Tampung Beban Pencemaran Air Danau dan/atau waduk berdasarkan eutrofikasi dapat diklasifikasikan menjadi empat kategori status trofik (Tabel 2), yaitu:

1. Oligotrof: Status trofik air danau dan/atau waduk yang mengandung unsur hara berkadar rendah. Status ini menunjukkan kualitas air masih bersifat alami belum tercemar dari sumber unsur hara N dan P.
2. Mesotrofik: Status trofik air danau dan waduk yang mengandung unsur hara berkadar sedang. Status ini menunjukkan adanya peningkatan kadar N dan P, namun masih dalam batas toleransi karena belum menunjukkan indikasi pencemaran air.
3. Eutrofik: Status trofik air danau dan waduk yang mengandung unsur hara berkadar tinggi. Status ini menunjukkan air telah tercemar oleh peningkatan kadar N dan P.
4. Hipereutrofik: Status trofik air danau dan waduk yang mengandung unsur hara berkadar sangat tinggi. Status ini menunjukkan air telah tercemar berat oleh peningkatan kadar N dan P.

Tabel 2. Kriteria status trofik danau/waduk (Permen LH No. 28 Tahun 2009)

Status Trofik	Kadar Rata-rata Total-N ($\mu\text{g/l}$)	Kadar Rata-rata Total-P ($\mu\text{g/l}$)	Kadar Rata-rata Klorofil-a ($\mu\text{g/l}$)	Kecerahan Rata-rata (m)
Oligotrof	< 650	< 10	< 2.0	>10
Mesotrof	< 750	< 30	< 5.0	>4
Eutrof	< 1900	< 100	< 15	>2.5
Hipereutrof	> 1900	> 100	> 200	<2.5

2.5 Waduk Batujai Kabupaten Lombok Tengah

2.5.1 Letak Administrasi dan Kondisi Geografis

Waduk Batujai merupakan salah satu waduk di Pulau Lombok yang diperuntukan sebagai pendukung pembangunan dan peningkatan swasembada pangan nasional. Hal itu tidak terlepas dari keberadaan wilayah bagian selatan Pulau Lombok yang sering mengalami kekeringan setiap musim kemarau tiba.

Sejarah dari Waduk Batujai, seperti umumnya pengembangan pengairan di Pulau Lombok, pertama kali distudi oleh Consultant Canada pada bulan Juni 1974 melalui *Lombok Island Water Resources Development*. Potensi waduk yang cukup besar ini ditindak lanjuti oleh Badan Pelaksana Proyek Induk Serbaguna kali Brantas pada tahun 1975 – 1977 dengan diadakan studi kelayakan dan detail desain yang dilanjutkan dengan pembangunan waduk dari tahun 1977 – 1982 (Raiz, 2013).

Secara administrasi Waduk Batujai terletak di Desa Batujai, Kecamatan Praya Barat, Kabupaten Lombok Tengah, Provinsi Nusa Tenggara Barat pada posisi $116^{\circ}15' 23.15''$ BT dan $08^{\circ}43' 58.21''$ LS, dan terletak pada DAS Dodokan yang sumber utama airnya berasal dari Sungai Dodokan yang mempunyai luas daerah tangkapan air lebih dari 580 km^2 dan mengalir ke arah barat di dataran Mataram dengan volume air >150 juta m^3/tahun (Wahib *et al.*, 2007). Daerah Aliran Sungai waduk Batujai terdiri atas tiga Sungai utama, yaitu Sungai Leneng, Sungai Sade/Tiwubare, dan Sungai Dodokan / Srigangga.

Aliran Sungai utama dari Waduk Batujai adalah sungai Penujak, yang mengalir dari kaki gunung Kendo kearah selatan menuju kota Praya kemudian bermuara di Waduk Batujai ± 3 km kearah selatan kota Praya. Sungai Penujak mempunyai karakteristik debit sungai yang cukup besar perbedaannya antara musim hujan dan kemarau. Pada musim hujan debit rata-rata bulannya dapat mencapai puluhan meter kubik perdetik sehingga merupakan potensi yang terbuang percuma ke laut, sedangkan di musim kemarau debit rata-rata bulannya mencapai $0,1 \text{ m}^3/\text{detik}$. Waduk Batujai memiliki kedalaman air variasi 6-8 m, luas genangan 890 hektar dan daya tampung 25 juta m^3 serta memiliki 169 km^2 luas daerah aliran sungai, $8,90 \text{ km}^2$ luas daerah tenggelaman, dan 130.000 m^3 Volume tubuh bendungan (Raiz, 2013).

2.5.2 Klimatologi dan Penggunaan Lahan

Wilayah DAS Waduk Batujai pada umumnya beriklim tropis yang ditandai oleh adanya musim penghujan dan musim kemarau yang cukup panjang. Musim penghujan terjadi antara bulan November sampai dengan bulan April atau

Mei. Curah hujan tertinggi bulan Februari/Desember dan terendah bulan Juni/Juli. Curah hujan tahunan di Desa Batujai memiliki waktu yang relatif pendek, dan curah hujan yang kecil. Rata-rata hujan tengah bulanan 75,38 mm, dengan rata-rata tahunan 1.378,87 mm. Berdasarkan sebaran curah hujan yang ada, daerah pengaliran Batujai termasuk wilayah hujan antara 878 - 1.8723 mm/tahun. Inflow debit dari Sungai-Sungai yang masuk ke dalam Waduk Batujai dari tahun 1999 - 2004, rata - rata sebesar 1-42 m³/det, debit terendah terjadi pada bulan Juni/Juli dan tertinggi pada bulan Februari/Maret.

Morfologi Waduk Batujai berada pada morfologi dataran, dan DAS Dodokan di hulunya merupakan daerah perbukitan yang pada musim kemarau beberapa Sungainya mengalami kekeringan, dan bagian hilirnya melalui daerah dataran. Sungai-Sungai yang mengalir pada daerah ini berpola aliran dendritik, lembahnya agak lebar, dan menyerupai huruf “U”, menunjukkan Sungai stadium dewasa dengan kikisan aliran yang cenderung lateral. Batuan penyusun morfologi datar di daerah ini adalah batuan - batuan jenis breksi, lava, tufa dan aluvial, yaitu terdiri atas lanau pasiran, R (ms) dengan daya dukung sedang tinggi, dan lempung, R (c) dengan daya dukung rendah - sedang. Jenis tanahnya terdiri atas Kompleks Regosol Coklat dan Litosol. Tanah pada DAS Batujai berdasarkan peta jenis tanah pulau lombok yang dikeluarkan oleh Balai Pengelolaan DAS Sungai Dodokan Moyo Sari terdiri dari empat jenis tanah (Tabel 3).

Tabel 3. Kondisi tanah di DAS Dodokan Moyo Sari

No.	Jenis Tanah	Luas (Km ²)	Persentase (%)
1	Regosol kelabu	104,6	62
2	Mediteran coklat kemerahan dan Litosol	13,38	8
3	Grumusol kelabu tua	36,03	21
4	Regosol coklat	14,6	9
Total		168,6	100

Sumber: BPS Kabupaten Lombok Tengah, 2017

Berdasarkan hasil identifikasi dari peta rupa bumi untuk tata guna lahan, Daerah Aliran Sungai Waduk Batujai sebagian besar didominasi oleh daerah

sawah irigasi teknis (60,41%), perkebunan (10,08%), permukiman (8,56%), sawah tadah hujan (10,06 %), Tegalan/ladang (5,90%), genangan waduk (3,95%), rumput/tanah kosong (0,72 %), dan penggunaan lainnya (0,32 %) (BAPPEDA Provinsi NTB, 2009).

2.6 Pengelolaan Waduk Terintegrasi

Jargon integrasi sering diusulkan untuk mengatasi permasalahan-permasalahan yang kompleks dan multi dimensional. Hal ini didasarkan pada lemahnya komunikasi dan kerjasama dari berbagai pihak yang terlibat dalam suatu permasalahan serta segala sesuatu yang tampak saling terkait (Scrase *et al.*, 2002), termasuk dalam pengelolaan sumber air. Permasalahan ketersediaan air tidak hanya menyangkut kondisi air di badan air tetapi berhubungan pula dengan tata guna lahan dan pengelolaannya (Gober *et al.*, 2013). Integrasi dalam pengelolaan sumber air setidaknya memiliki dua dimensi yaitu luas jangkauan dan kedalaman hubungan (Bressers *et al.*, 2004). Luas jangkauan merupakan derajat penguasaan atas fungsi-fungsi air (misalnya sebagai sumber air minum, pembangkit listrik, pariwisata dan sebagainya) sedangkan kedalaman hubungan menggambarkan sejauh mana institusi-institusi pemerintah saling berhubungan dan bergantung dalam melakukan pengelolaan air.

Lebih rinci lagi, (Scrase *et al.*, 2002) mengurai integrasi menjadi 14 makna yang dikelompokkan menjadi tiga kategori berdasarkan dukungannya terhadap perbaikan lingkungan. *Kategori pertama* yaitu yang paling mendukung perbaikan lingkungan: integrasi masalah-masalah lingkungan dalam pemerintahan, integrasi antar media lingkungan (air, tanah, udara) dan integrasi wilayah pengelolaan lingkungan (lintas batas administratif). *Kategori kedua* yaitu yang berpotensi mendukung perbaikan lingkungan: integrasi sumber data dan informasi, integrasi dalam perencanaan dan pengelolaan, integrasi pengelolaan lingkungan dalam proses produksi, integrasi tiga aspek pembangunan berkelanjutan, integrasi lintas wewenang kebijakan, integrasi pemodelan ekonomi-lingkungan, pelibatan pemangku kepentingan ke dalam pengelolaan, integrasi perangkat penilaian, dan integrasi penilaian dalam pemerintahan. *Kategori ketiga* yaitu yang paling kecil

dukungannya dalam pengelolaan lingkungan: integrasi kepentingan bisnis ke dalam pemerintahan dan integrasi kesetaraan dalam pemerintahan.

Pengelolaan perairan waduk terintegrasi merupakan salah satu alternatif bentuk pengelolaan yang diharapkan dapat dikembangkan dan diterapkan di waduk tersebut agar tercapai pemanfaatan sumberdaya perairan waduk secara optimum dan berkelanjutan dengan tetap mempertimbangkan peningkatan kesejahteraan hidup masyarakat di sekitarnya. Dalam pengelolaan perairan waduk terintegrasi sangat perlu diterapkan seperti halnya hasil identifikasi permasalahan danau-danau di dunia, menghasilkan sebuah rekomendasi pengelolaan danau basin terintegrasi atau *Integrated Lake Basin Management* (ILBM) (Soeprbowati, 2015).

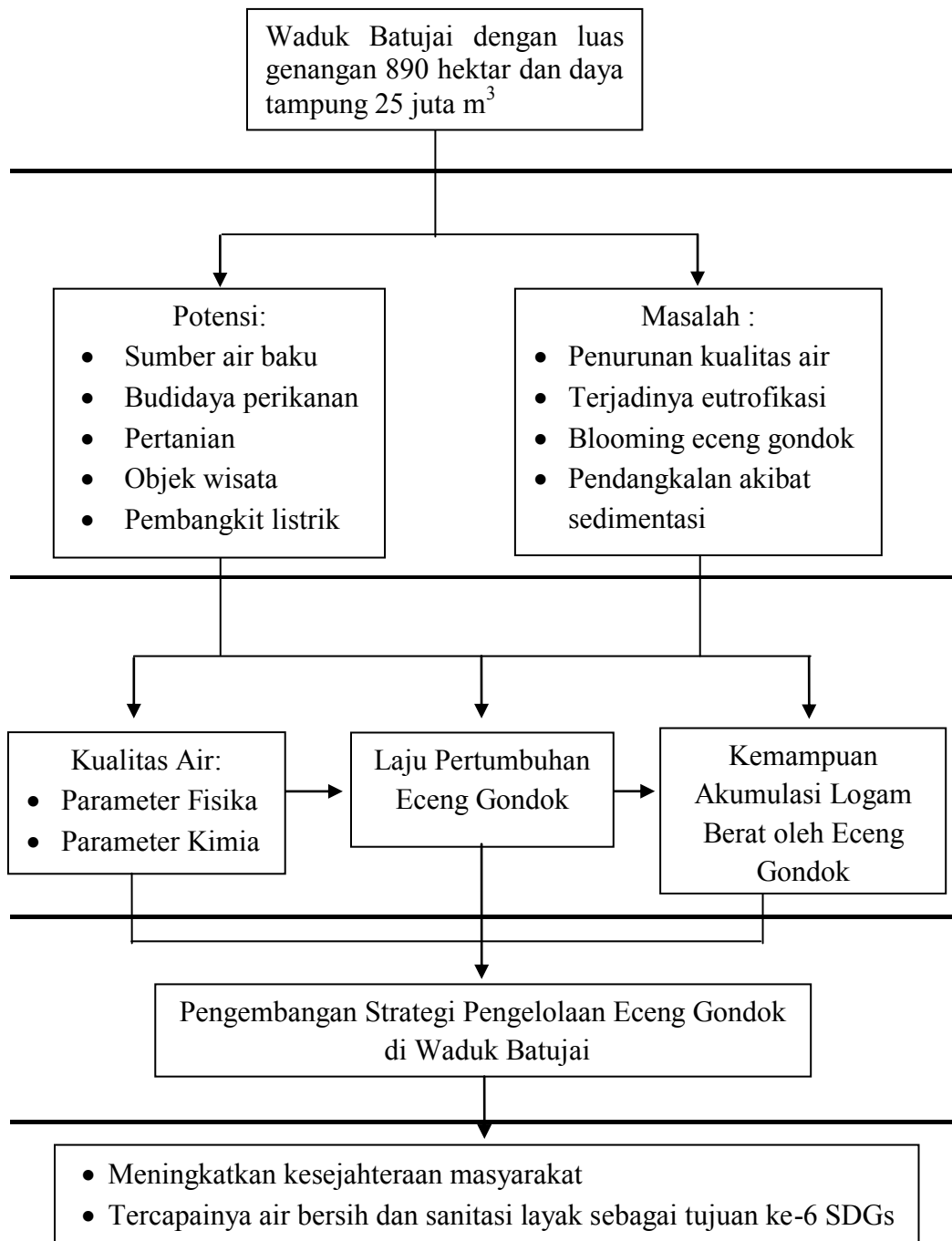
Keberhasilan pengelolaan danau terintegrasi membutuhkan enam hal berikut, yaitu: kelembagaan diperlukan untuk mengelola semua manfaat yang dapat diberikan danau; kebijakan untuk mengakomodasi berbagai kepentingan pengguna danau dan dampaknya bagi keberlanjutan danau; keterlibatan masyarakat sebagai pemanfaat danau; perlunya mengetahui peluang dan pembatas penerapan teknologi dalam tiap-tiap permasalahan danau; informasi dan pengetahuan tentang kondisi danau baik kearifan lokal maupun yang berbasis ilmiah akan sangat berguna; serta perlunya dukungan dana yang berkelanjutan untuk pengelolaan danau (ILEC, 2007). Enam hal tersebut dikenal sebagai enam pilar ILBM (Gambar 3).



Gambar 3. Enam pilar *Integrated Lake Basin Management* (ILBM) (ILEC 2007)

2.7 Kerangka Pikir Penelitian

Berdasarkan latar belakang permasalahan dan tinjauan pustaka tentang penelitian ini, maka kerangka pikir penelitian dapat dijelaskan pada Gambar 4.



Gambar 4. Kerangka pikir penelitian

2.8 Hipotesis Penelitian

Berdasarkan kerangka berpikir di atas, selanjutnya dikemukakan perumusan hipotesis penelitian. Hipotesis merupakan jawaban sementara yang diberikan berdasarkan pada teori yang relevan, belum berdasarkan pada data-data empiris yang diperoleh melalui pengumpulan data (Sugiyono, 2012). Hipotesis penelitian ini adalah:

- 1) Terjadinya penurunan kualitas air akibat masuknya limbah aktifitas masyarakat di Daerah Tampungan Air (DTA) dan badan air Waduk Batujai.
- 2) Terjadinya peningkatan pertumbuhan eceng gondok secara terus menerus akibat pengkayaan perairan di Waduk Batujai.
- 3) Tingginya kemampuan akumulasi logam berat oleh eceng gondok di Waduk Batujai.
- 4) Kurangnya teknologi alat berat dan koordinasi antar berbagai pihak dalam penanganan eceng gondok di Waduk Batujai serta minimnya partisipasi lembaga masyarakat dalam pemanfaatan eceng gondok.