

III. METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif dengan pendekatan kuantitatif dan kualitatif. Analisis kualitas air, penentuan status mutu air, penghitungan potensi beban pencemar dan perkembangan eceng gondok menggunakan parameter-parameter yang terukur. Pola kecenderungan dari tahun ke tahun selama tahun 2012 sampai 2016 dijelaskan secara kualitatif, demikian pula dalam pemberian rekomendasi yang didasarkan pada hasil penelitian dan studi pustaka.

3.2 Ruang Lingkup Penelitian

Tabel 1. Keterwakilan subDAS dalam wilayah administrasi

| Kecamatan | | | | | | | | | | Luas subDAS (Ha) |
|---------------------------------|-------|-----------|----------|-------|-----------|---------|---------|----------|---------------|------------------|
| | Bawen | Bandungan | Ambarawa | Jambu | Banyubiru | Getasan | Tuntang | Sumowono | Kota Salatiga | |
| subDAS | | | | | | | | | | |
| Rengas | v | v | v | | | | | | | 1.751 |
| Panjang | | v | v | | | | | | | 4.893 |
| Torong | | | v | v | | | | | | 2.687 |
| Galeh | | | | v | v | | | v | | 6.121 |
| Legi | | | | | v | | | | | 932 |
| Parat | | | | | v | v | v | | | 3.744 |
| Sraten | | | | | | v | v | | v | 2.822 |
| Ringis | | | | | | | v | | v | 1.211 |
| Kedungringin | | | | | | | v | | | 918 |
| Luas Wilayah Administratif (Ha) | 885 | 2.749 | 2.681 | 4.233 | 5.387 | 4.540 | 2.475 | 167 | 1.962 | 25.079 |

Sumber: (KLH, 2012; BPS Kab. Semarang, 2017; BPS Kota Salatiga, 2017; diolah)

Penelitian dibatasi pada Daerah Tangkapan Air (DTA) Rawapening yang berada dalam wilayah administrasi Kabupaten Semarang karena sebanyak 89,53% luas DTA berada di kabupaten ini. Selain itu, pendekatan kewilayahan dipilih dengan pertimbangan ketersediaan data dan keterpaduan dengan perencanaan wilayah kabupaten. DTA Rawapening berada di 9 subDAS. Kesembilan subDAS tersebut menempati delapan kecamatan di Kabupaten Semarang. Hanya 3% dari

luas wilayah Kecamatan Sumowono yang masuk dalam DTA sehingga dalam penelitian ini wilayah tersebut diabaikan. Keterwakilan subDAS dalam kecamatan ditampilkan pada Tabel 1.

3.3 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Kabupaten Semarang pada periode bulan Mei sampai dengan Oktober 2017. Peta lokasi penelitian ditampilkan pada Gambar 1.

3.4 Parameter yang Diamati

Berdasarkan tujuan penelitian, maka terdapat beberapa parameter yang diamati, selengkapnya disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Tujuan, parameter, metode dan jenis data penelitian

| No | Tujuan Penelitian | Parameter | Metode pengumpulan/ analisis data | Jenis data |
|----|--|---|-----------------------------------|---|
| 1 | Mengevaluasi kualitas perairan Danau Rawapening selama tahun 2012-2016 | - Suhu - TDS - TSS - pH - BOD - COD - DO - Nitrat dan nitrit - Total fosfat sebagai P - H ₂ S - Fecal coliform - Total coliform | Analisis data sekunder | Laporan pengujian kualitas air danau Rawapening tahun 2012-2016 (DLHK Prov. Jateng) PP No.82/2001 |
| 2. | Menentukan status mutu perairan Danau Rawapening | - Suhu - TDS - TSS - pH - BOD - COD - DO - Nitrat - Kadmium - Khrom - Tembaga - Timbal - Nitrit - Total fosfat sebagai P - H ₂ S - Fecal coliform Total coliform | analisis STORET | Laporan pengujian kualitas air danau Rawapening tahun 2012-2016 (DLHK Prov. Jateng) Kepmen LH No.115/2003 |

| | | | | |
|----|--|--|--|---|
| 3. | Menginventarisasi dan mengidentifikasi sumber pencemar tak tentu Danau Rawapening. | - BOD - COD - Total N - Total P | Metode estimasi untuk sektor pemukiman, peternakan, pertanian, | Kabupaten & Kecamatan Dalam Angka 2012-2017 (BPS Kab. Semarang), Data realisasi pupuk tahun 2012-2016 Kab. Semarang, KepmenLH No.1/2010 |
| 4. | Menganalisis sebaran eceng gondok selama tahun 2012-2016 | Luas tutupan eceng gondok | Sistem informasi geografis | Citra satelit resolusi tinggi Danau Rawapening tahun 2012 & 2016, Peta topografi (BIG) |
| 5. | Memberikan rekomendasi pengendalian beban pencemar Danau Rawapening | - | Studi pustaka | Hasil penelitian ini, laporan-laporan pemerintah, pustaka yang relevan |

3.5 Metode Pengumpulan dan Analisis Data

3.5.1 Evaluasi kualitas perairan danau

Data sekunder digunakan untuk mengevaluasi kualitas perairan danau Rawapening selama tahun 2012 sampai dengan 2016. Data tersebut didapatkan dari Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan (DLHK) Provinsi Jawa Tengah. Sekali dalam setahun, DLHK Provinsi Jawa Tengah melakukan pengujian kualitas air menggunakan metode sampling sesuai SNI 6989.57-2008 tentang Metode Pengambilan Contoh Air Permukaan. Keterangan waktu dan lokasi pengambilan contoh di Danau Rawapening ditampilkan pada Tabel 8.

Data yang diperoleh diolah berseri waktu selama 5 tahun sehingga diketahui perubahan nilai per parameter setiap tahunnya. Nilai tersebut kemudian dibandingkan dengan baku mutu air sesuai dengan Peraturan Pemerintah Nomor 82 tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air dan dianalisis secara deskriptif.

3.5.2 Penentuan status mutu perairan danau Rawapening

Status mutu air ditentukan menggunakan metode STORET. Data kualitas air selama tahun 2012 sampai 2016 yang telah dikumpulkan, disusun berseri waktu. Ada 17 parameter yang dinilai yaitu suhu, TDS, TSS, pH, BOD, COD, DO, nitrat, kadmium, khrom, tembaga, timbal, nitrit, total fosfat sebagai P, H₂S, *fecal coliform* dan total coliform. Pada tiap parameter di setiap stasiun pengamatan, ditentukan nilai maksimum, minimum dan rata-ratanya. Nilai ini

kemudian dibandingkan dengan baku mutu air yang tercantum dalam Peraturan Pemerintah Nomor 82 tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Danau Rawapening belum ditentukan baku mutu airnya sehingga dalam penelitian ini data kualitas air dibandingkan dengan baku mutu semua kelas. Hal ini sekaligus untuk mengetahui kesesuaian kondisi Danau Rawapening dengan peruntukan kelas air.

Jika nilai dalam parameter pengukuran memenuhi nilai baku mutu air, maka diberi skor 0. Jika nilai pada parameter tersebut tidak memenuhi baku mutu air maka diberi skor sesuai Tabel 3. Skor maksimum, minimum dan rata-rata di tiap parameter kemudian dijumlah untuk mendapatkan skor parameter. Penjumlahan seluruh skor parameter menghasilkan skor total yang dapat menunjukkan kondisi tiap stasiun pengamatan berdasarkan tingkat pencemarannya (lihat **Error! Reference source not found.**). Contoh perhitungan STORET untuk stasiun 1 menggunakan dua baku mutu air dapat dilihat pada **Error! Reference source not found.**

Tabel 3. Skor pengukuran parameter kualitas air metode STORET

| Jumlah Contoh | Nilai | Parameter | | |
|---------------|-------------|-----------|-------|---------|
| | | Fisika | Kimia | Biologi |
| ≥10 | Maksimum | -2 | -4 | -6 |
| | Minimum | -2 | -4 | -6 |
| | Rata - rata | -6 | -12 | -18 |

Sumber: (MenLH, 2003)

3.5.3 Inventarisasi dan identifikasi sumber pencemar tak tentu Danau Rawapening

Inventarisasi dan identifikasi sumber pencemar dilakukan sesuai kaidah Peraturan Pemerintah nomor 1 tahun 2010 tentang Tata Laksana Pengendalian Pencemaran Air (MenLH, 2010). Sektor aktivitas masyarakat di DTA yang diduga menyumbang beban pencemar tertinggi adalah pemukiman, peternakan dan pertanian. Pemilihan sektor ini dengan memperhatikan parameter-parameter kualitas air yang menyumbang skor pada analisis STORET. Potensi beban pencemar dilakukan tiap tahun dari tahun 2012 sampai dengan 2016. Hasil akhir potensi beban pencemar dalam penelitian ini merupakan rata-rata dari potensi beban pencemar selama lima tahun tersebut.

Pada masing-masing sektor aktivitas, dihitung potensi beban cemaran BOD, COD, total nitrogen dan total fosfor. Sektor pertanian hanya akan dihitung potensi total nitrogen dan total fosfornya karena belum ditemukan faktor konversi potensi BOD dan COD yang sesuai dengan karakteristik pertanian di DTA Rawapening.

a. Pemukiman

Limbah pemukiman dapat diestimasi dengan mengalikan jumlah penduduk dengan faktor konversi (g/kapita/hari). Jumlah penduduk yang digunakan merupakan data yang tercantum dalam buku Kabupaten Semarang Dalam Angka 2017. Nilai faktor konversi yang lebih kecil diberikan kepada penduduk yang mengolah dulu limbah cairnya (menggunakan *septic tank*) dengan yang tidak menggunakan *septic tank* (Tabel 4). Data penduduk yang menggunakan *septic tank* diolah dari buku Kecamatan Dalam Angka 2016.

Tabel 4. Faktor emisi pemukiman

| sumber pencemar | faktor emisi (g/kapita/hari) | | | |
|--|------------------------------|-------|------|-----|
| | BOD | COD | TN | TP |
| limbah cair tanpa diolah | 53 | 101,6 | 22,7 | 3,8 |
| limbah cair menggunakan <i>septic tank</i> | 12,6 | 24,2 | 5,4 | 0,9 |

Sumber: (MenLH, 2010)

b. Peternakan

Potensi limbah peternakan dihitung dengan mengalikan jumlah populasi per jenis ternak dengan faktor konversinya (Tabel 5 dan Tabel 6). Jenis ternak yang dihitung adalah ternak-ternak yang dibudidayakan di DTA Rawapening dan tercatat dalam buku Kabupaten Semarang Dalam Angka yaitu: babi, sapi potong, sapi perah, kerbau, kuda, kambing, domba, ayam buras, ayam ras pedaging, ayam ras petelur, itik dan mentok. Faktor konversi yang digunakan merujuk pada penelitian Yusuf dan Priadie (2014) yang dilakukan pada DAS Citarum. Karakteristik budidaya peternakan dan jenis ternaknya tidak jauh berbeda dengan praktik peternakan di DTA Rawapening.

Tabel 5 Emisi ternak unggas (mg/ekor/hari)

| Parameter | Ayam buras | Ayam ras pedaging | Ayam ras petelur | Angsa | Bebek entog | Bebek |
|------------------|------------|-------------------|------------------|-------|-------------|-------|
| Berat Acuan (kg) | 1,45 | 1,00 | 1,45 | 2,35 | 1,75 | 1,35 |
| BOD | 1.028 | 1.718 | 2.335 | 2.737 | 2.056 | 1.525 |
| COD | 2.337 | 4.062 | 5.913 | 7.428 | 5.192 | 3.697 |
| N-total | 0,841 | 1,09 | 1,073 | 140 | 2,87 | 1,742 |
| P-total | 1,320 | 1,71 | 1,682 | 6,886 | 12,39 | 7,452 |

Sumber: Yusuf dan Priadie (2014)

Tabel 6 Emisi ternak mamalia (mg/ekor/hari)

| Parameter | Kambing | Domba | Kuda | Babi | Sapi Potong | Sapi Perah | Kerbau |
|------------------|---------|--------|--------|---------|-------------|------------|---------|
| Berat Acuan (kg) | 50 | 45 | 125 | 40 | 190 | 210 | 275 |
| BOD | 7.100 | 9.550 | 24.400 | 71.050 | 172.050 | 163.725 | 40.700 |
| COD | 15.950 | 21.750 | 60.400 | 202.600 | 416.250 | 447.330 | 104.155 |
| N-total | 328 | 210 | 415 | 630 | 242 | 272 | 511 |
| P-total | 24,0 | 10,5 | 33,0 | 98,0 | 41 | 44 | 76 |

Sumber: Yusuf dan Priadie (2014)

c. Pertanian

Potensi limbah pertanian diketahui dari jenis dan banyaknya pupuk yang masuk ke lahan pertanian di tiap kecamatan yang berada di DTA Rawapening. Potensi beban pencemar yang dihitung adalah total nitrogen dan total fosfor. Data jenis dan jumlah pupuk didapat dari realisasi distribusi pupuk di Bagian Perekonomian Sekretariat Daerah Kabupaten Semarang selama tahun 2012-2016. Kandungan N dan P tiap jenis pupuk per satuan wilayah dihitung sesuai Tabel 7.

Tabel 7. Kandungan unsur hara tiap jenis pupuk

| Jenis pupuk | Kandungan hara (%) | | | |
|---------------|--------------------|------------|------------|------------|
| | Nitrogen (N) | Fosfor (P) | Kalium (K) | Sulfur (S) |
| Urea | 46 | - | - | - |
| SP36 | - | 36 | - | 5 |
| NPK (Phonska) | 15 | 15 | 15 | 10 |
| ZA | 21 | - | - | 24 |

Sumber: (pupuk-indonesia.com, 2017)

3.5.4 Analisis Sebaran Eceng Gondok

Bahan yang digunakan dalam menganalisis perkembangan eceng gondok adalah citra satelit resolusi tinggi dari GeoEye-1 dan WorldView-2 yang

diakuisisi pada tanggal 5 Juli 2012 dan 16 Juli 2016. Kedua waktu ini dipilih karena mewakili kondisi musim yang sama dan menampilkan citra yang paling jelas. Selain itu, digunakan pula peta topografi tahun 2012 dari Badan Informasi dan Geospasial. Alat yang digunakan adalah perangkat *geotagging* dan piranti lunak ArcMap 10.1.

Pembuatan peta sebaran eceng gondok dimulai dengan pengecekan lokasi penelitian (*groundcheck*) pada 15 titik menggunakan perangkat *geotagging* untuk melihat kesesuaian citra satelit dengan keadaan yang sebenarnya. Objek yang menunjukkan adanya vegetasi air kemudian diklasifikasi secara terbimbing menggunakan program ArcMap 10.1. Objek hasil digitasi yang sama kemudian dikelompokkan dan ditandai sebagai vegetasi air.

3.5.5 Pemberian Rekomendasi Pengendalian Beban Pencemar Danau Rawapening

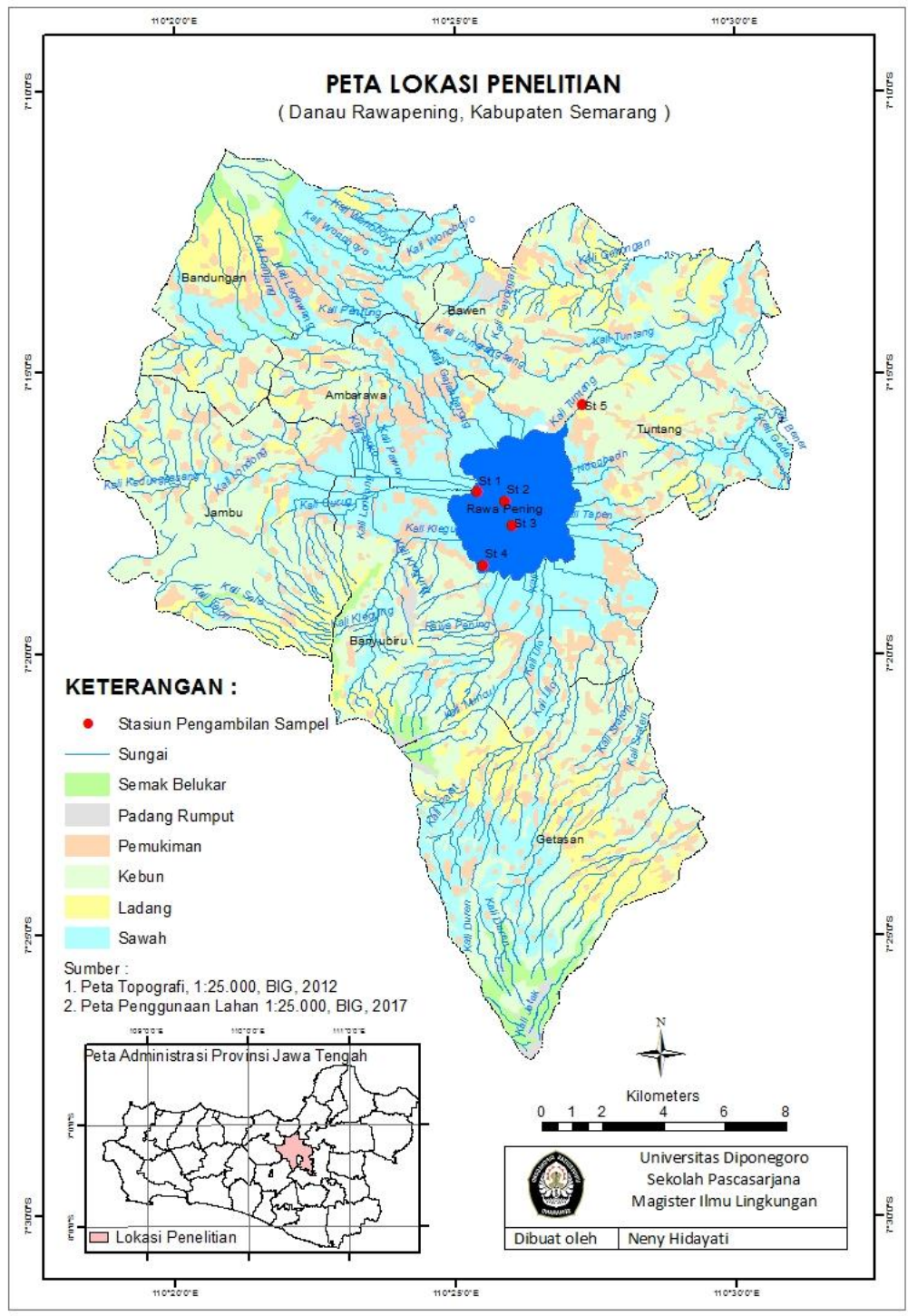
Pemberian rekomendasi dilakukan dengan memperhatikan hasil penelitian ini dan studi pustaka yang relevan. Data-data pendukung diperoleh dari laporan-laporan instansi yang berkepentingan dalam pengelolaan danau Rawapening terutama yang tercantum dalam dokumen GERMADAN.

Tabel 8. Stasiun pengambilan sampel kualitas air

| Tahun | Nama Stasiun | Lokasi | Koordinat | Waktu |
|-------|--------------|--|--------------------------------|---------------------------|
| 2012 | St.1 | Banyubiru, (pertemuan S.Galeh dan S. Torong) | 07°17'06,4" S 110°25'25,1"E | 8 Agustus 2012, 10.09 WIB |
| | St.2 | Bejalen (tengah danau) | 07°17'16,4" S 110°25'54,9"E | 8 Agustus 2012, 10.26 WIB |
| | St.3 | Candi (dekat karamba) | 07°17'42,6" S 110°26'02,6"E | 8 Agustus 2012, 10.40 WIB |
| | St.4 | Kebondowo (dekat mata air panas) | 07°18'25" S 110°25'30,7"E | 8 Agustus 2012, 11.01 WIB |
| | St.5 | Tuntang (outlet danau) | 07°15'33,3" S 110°27'18,0"E | 8 Agustus 2012, 12.03 WIB |
| 2013 | St.1 | Banyubiru, (pertemuan S.Galeh dan S. Torong) | 07°17'05,5" S 110°25'37,9"E | 9 Juli 2013, 10.30 WIB |
| | St.2 | Bejalen (tengah danau) | 07°17'12,8" S | 9 Juli 2013, 10.40 WIB |

| | | | | |
|------|------|--|--------------------------------|------------------------|
| | | danau) | 110°26'00,8"E | |
| | St.3 | Candi (dekat karamba) | 07°18'22,9" S 110°25'36,6"E | 9 Juli 2013, 11.05 WIB |
| | St.4 | Kebondowo (dekat mata air panas) | 07°18'24,4" S 110°25'29,4"E | 9 Juli 2013, 11.40 WIB |
| | St.5 | Tuntang (outlet danau) | 07°15'33,4" S 110°27'18,1"E | 9 Juli 2013, 12.20 WIB |
| 2014 | St.1 | Banyubiru, (pertemuan S.Galeh dan S. Torong) | 07°17'05,5" S 110°25'37,9"E | 10 Juli 2014 |
| | St.2 | Bejalen (tengah danau) | 07°17'12,8" S 110°26'00,8"E | 10 Juli 2014 |
| | St.3 | Candi (dekat karamba) | 07°18'22,9" S 110°25'36,6"E | 10 Juli 2014 |
| | St.4 | Kebondowo (dekat mata air panas) | 07°18'24,4" S 110°25'29,4"E | 10 Juli 2014 |
| | St.5 | Tuntang (outlet danau) | 07°15'33,4" S 110°27'18,1"E | 10 Juli 2014 |
| 2015 | St.1 | Banyubiru, (pertemuan S.Galeh dan S. Torong) | 07°17'05,5" S 110°25'37,9"E | 21 Mei 2015 |
| | St.2 | Bejalen (tengah danau) | 07°17'12,8" S 110°26'00,8"E | 21 Mei 2015 |
| | St.3 | Candi (dekat karamba) | 07°18'22,9" S 110°25'36,6"E | 21 Mei 2015 |
| | St.4 | Kebondowo (dekat mata air panas) | 07°18'24,4" S 110°25'29,4"E | 21 Mei 2015 |
| | St.5 | Tuntang (outlet danau) | 07°15'33,4" S 110°27'18,1"E | 21 Mei 2015 |
| 2016 | St.1 | Banyubiru, (pertemuan S.Galeh dan S. Torong) | 07°17'20,6" S 110°25'49,8"E | 10 Agustus 2016 |
| | St.2 | Bejalen (tengah danau) | 07°17'12,4" S 110°26'02,8"E | 10 Agustus 2016 |
| | St.3 | Candi (dekat karamba) | 07°18'20,9" S 110°25'37,2"E | 10 Agustus 2016 |
| | St.4 | Kebondowo (dekat mata air panas) | 07°18'24,2" S 110°25'29,6"E | 10 Agustus 2016 |
| | St.5 | Tuntang (outlet danau) | 07°15'53,4" S 110°26'58,3"E | 10 Agustus 2016 |

Sumber: (BLH Prov. Jateng, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016)



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

