

# SEMINAR NASIONAL

## PENGELOLAAN DAERAH ALIRAN SUNGAI SECARA TERPADU

*Implementasi Pengendalian Kerusakan Daerah Tangkapan Air  
Sebagai Upaya Perlindungan dan Pengelolaan Ekosistem*



# PROSIDING



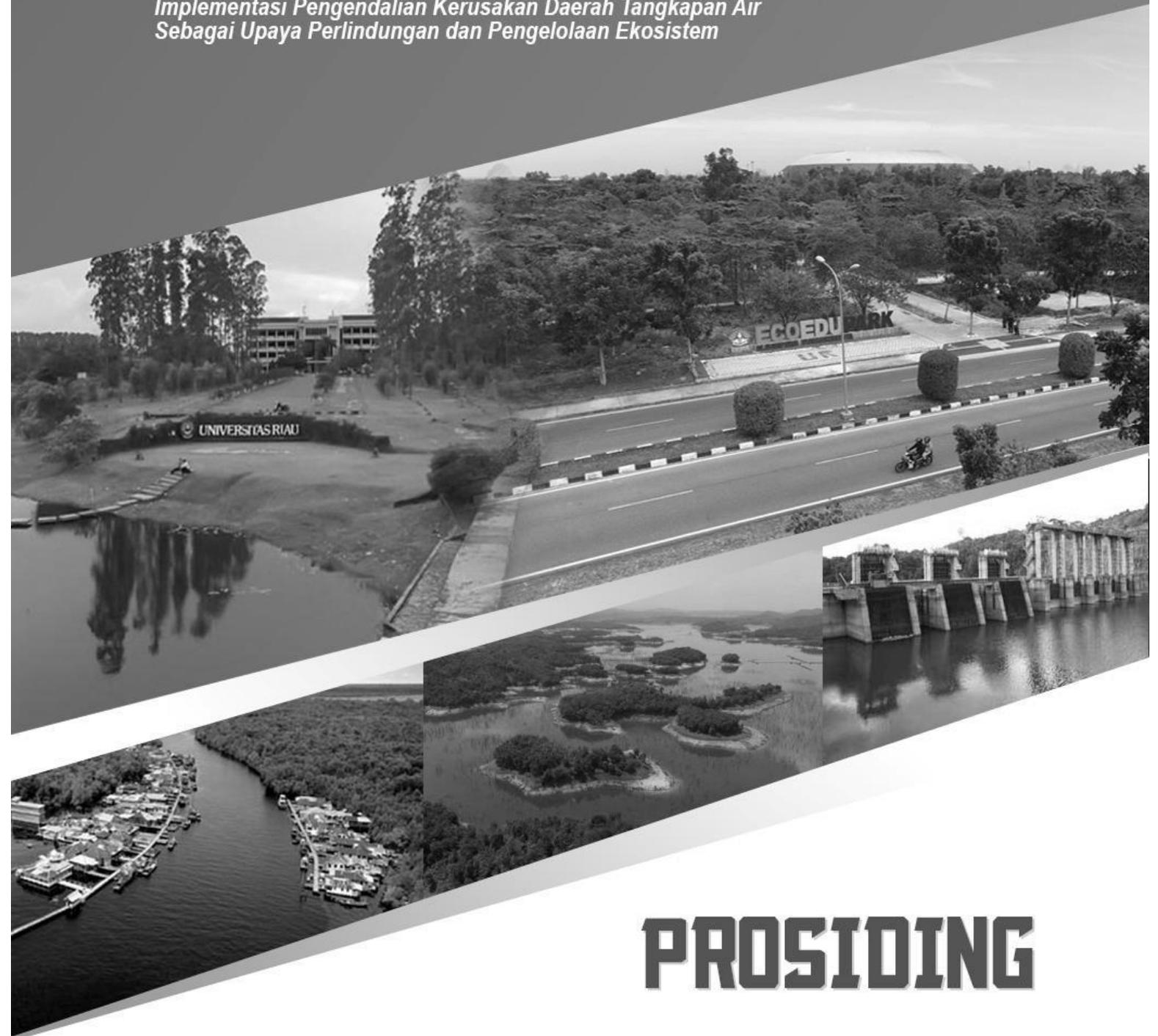
**LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT  
UNIVERSITAS RIAU**

Alamat: Kampus Bina Widya Km. 12,5 Simpang Baru Pekanbaru 28293  
Telp. (0761) 588156, Laman : [www.lppm.unri.ac.id](http://www.lppm.unri.ac.id)  
Email: [lppm@unri.ac.id](mailto:lppm@unri.ac.id)

# SEMINAR NASIONAL

## PENGELOLAAN DAERAH ALIRAN SUNGAI SECARA TERPADU

*Implementasi Pengendalian Kerusakan Daerah Tangkapan Air  
Sebagai Upaya Perlindungan dan Pengelolaan Ekosistem*



# PROSIDING

Simulasi Pengendalian Debit DAS Ciliwung Hulu Dengan Menggunakan Model SWAT..... (Oleh: Latief Mahir Rachman, Yayat Hidayat, Dwi Putro Tedjo Baskoro, dan Nicolaus Noywuli)	291-304
Analisis Perilaku Masyarakat Dalam Membuang Sampah Rumah Tangga Disungai Muaro Penyalinan Kota Padang ..... (Oleh Linda Handayuni, Luthfil Hadi Anshari, Nurhasan Syah)	305-310
Pengembangan Sungai Muara Bangkahulu untuk Kegiatan Pariwisata ..... (oleh Mirna Yunita)	311-316
Dampak Alih Fungsi Lahan terhadap Potensi Erosi dan Sedimentasi pada DAS Merbau dan DAS Ukui pada Danau Kayangan Kota Pekanbaru ..... (oleh Mudjiatko, Dharma Febiansyah, Trimaijon)	317-326
Pemanfaatan Ruang dan Model Pengelolaan Longsor Lahan di Kecamatan Ngargoyoso Karanganyar Jawa Tengah ..... (Oleh Munawar Cholil, Imam Hardjono)	327-334
Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Berbasis Kearifan Lokal di Nagari Sikucur Kabupaten Padang Pariaman ..... (Oleh: Nefilinda)	335-340
Dinamika Sosial Ekonomi dan Kelembagaan Dalam Pengelolaan Terpadu dan Berkelanjutan DAS Aesesa Flores Propinsi NTT ..... (Oleh: Nicolaus Noywuli, Asep Sapei, Nora H. Pandjaitan, dan Eriyatno)	341-348
Prasyarat Penyusunan Kebijakan Pengelolaan Terpadu dan Berkelanjutan DAS Aesesa Flores Propinsi NTT ..... (Oleh: Nicolaus Noywuli, Latief M. Rachman, Asep Sapei, dan Halus Satriawan)	349-360
Bagaimana Imbal Jasa Lingkungan Mendukung Pengelolaan DAS Secara Terpadu dan Meningkatkan Kesejahteraan Masyarakat? Fakta dan Potensi DAS Musi ..... (Oleh: Nur Arifatul Ulya, Efendi Agus Waluyo, Adi Kunarso, dan Tubagus Angga Anugrah Syabana)	361-370
Analisis Kualitas Perairan Sungai Subayang Berdasarkan Indeks Biotilik sebagai Pengayaan Modul Mata Kuliah Ekologi Perairan ..... (Oleh Nur Ikhlas Syuhada, Suwondo, Yuslim Fauziah)	371-380
Analisa Kawasan Rawan Banjir di Kabupaten Kampar Menggunakan Aplikasi Sistem Informasi Geografis ..... (Oleh: Nurdin, Fakhri)	381-386
Analisis Koefisien Regim Sungai (KRS) di Waduk Plta Kotopanjang Menggunakan Model Hidrologi SWAT ..... (Oleh: Nurdin dan Imam Suprayogi)	387-398

<i>Analysis of Diarrheal Disease Events in Kelurahan Meranti Pandak Working Area Public Helath Centre Rumbai Pekanbaru</i> .....	399-406
(Oleh Nurvi Susanti , Nofri Hasrianto, Silva Rijulvita)	
Kualitas Perairan Sungai Subayang Berdasarkan Bioindikator Plankton untuk Pengembangan Modul Ekologi Perairan .....	407-414
(Oleh R. Razak Setiawa <sup>1</sup> , Suwondo, Yuslim Fauziah)	
Pendekatan <i>Landscape Ecology</i> dalam Rekonstruksi Banjir dan Mitigasi Bencana Berbasis Sistem Informasi Geografis dan Penginderaan Jauh .....	415-424
(Oleh Reza Andi Wirastya, Anindhita Dyah Kusumawardani )	
Jasa Ekosistem Penyediaan Air Bersih Kota Pekanbaru dari Aspek Ekonomi Berbasis Spasial .....	425-430
(Oleh Riyadi Mustofa, Riati )	
Profil Kualitas Perairan Sungai Siak Berdasarkan Bioindikator Plankton dan Bentos .....	431-438
(Oleh Rudy Haryanto, Syaris Kamaludin, Suwondo, Yuslim Fauziah)	
Analisis Respon Hidrologi Sub DAS Cicatih Menggunakan Model SWAT .....	439-446
(Oleh: Setyo Pambudi Nugroho, Suria Darma Tarigan, Yayat Hidayat)	
Identifikasi Sumber Pencemar yang Berpengaruh Terhadap Perubahan Kualitas Air Sungai di Kali Surabaya .....	447-458
(Oleh Siti Fadliyah, Nofalia Pebriani, Verina Wahyunindita)	
Rekayasa Biofisik DAS untuk Mitigasi Banjir (Studi Kasus Kota Padang) .....	459-472
(Oleh Skunda Diliarosta, Isril Berd)	
Potensi Pengembangan Ekowisata Air Terjun Bedegung di Kabupaten Muara Enim, Provinsi Sumatera Selatan .....	473-482
(Oleh: Sri Lestari, Efendi Agus Waluyo, Adi Kunarso)	
Strategi Pengelolaan DAS Kali Palung Berbasis Teknik Konservasi Tanah dan Air .....	483-492
(Oleh: Sri Malahayati Yusuf, Kukuh Murtalaksono, Mahendra Harjianto, dan Endah Herlina)	
Identifikasi Status Mutu Air Sungai Ciliwung Menggunakan Metode Indeks Pencemaran .....	493-496
(Oleh: Sri Muslimah , Hefni Effendi, dan Prita Ayu Permatasari)	
Kajian Pengelolaan Terpadu DAS Talawaan, Kabupaten Minahasa Utara Untuk Menunjang Perikanan Berkelanjutan .....	497-510
(Oleh: Stella T. Kaunang, Reiny A. Tumbol, Rizald M. Rompas, dan Markus T. Lasut)	
Analisis Status Trofik Waduk Plta Koto Panjang Kampar Provinsi Riau .....	511-516

(Oleh: Suwondo dan Reby Oktarianda)

Evaluasi Kesesuaian Lahan Kering untuk Tanaman Kubis, Strawberi, dan Cengkeh di Sub

DAS Klawing Kabupaten Purbalingga Provinsi Jawa Tengah ..... 517-532  
(Oleh Taryono, Rudiyanto)

Pengelolaan Kewenangan Daerah Dalam Mengelola Daerah Aliran Sungai Propinsi Riau ..... 533-538  
(Oleh: Trimajon)

Studi Kearifan Lokal Penerapan “Ikan Larangan” Dalam Mendukung Upaya Konservasi Sumber Daya Ikan di Sumatera Barat (Studi Kasus di Korong Kampung Tangah Nagari

Anduring Kecamatan 2x11 Kayu Tanam Kabupaten Padang Pariaman) ..... 539-544  
(Oleh: Wilda Syukria)

Efektivitas Ekstrak Daun Matoa (*Pometia Pinnata*) Sebagai Larvasida Pengendalian

Nyamuk *Aedes Aegypti* ..... 545-550  
(Oleh Yessi Harnani, Reza Rezita)

Peluang dan Tantangan Pembayaran Jasa Lingkungan Untuk Konservasi Daerah Tangkapan Air (DTA) PLTA Koto Panjang..... 551-560

(Oleh: Yonariza, Mahdi, dan Bevi Astika Andini)

Peran Masyarakat dalam Pengelolaan Perikanan Perairan Umum Daratan Tipe Sungai dan Rawa Banjiran (Studi Kasus di Daerah Aliran Sungai Komerling – Sumatera Selatan) .....

561-574  
(Oleh Zahri Nasution, Bayu Vita Indah Yanti)

*Composition and Structure Riparian Vegetation in Subayang River of Kampar District for Enrichment of Module Concept Community Subjects on Ecology* .....

575-582  
(Oleh Zamil Hadi N, Suwondo, Nursal)

Hubungan Perilaku Masyarakat dengan Kejadian Penyakit Kulit di Kelurahan Sri Meranti Kecamatan Rumbai .....

583-588  
(Oleh Zulmeliza Rasyid , Suherman Sohor, Yulvista Sharly)

The Relationship of Knowledge, Personal Protective Personal Protective Equipment, and Health Status of Farmers that Use Pesticide with Precautions Prevention of Poisoning .....

589-599  
(Oleh Nurdin, Indah Chairun Nisa)

## KAJIAN PENGELOLAAN TERPADU DAS TALAWAAN, KABUPATEN MINAHASA UTARA UNTUK MENUNJANG PERIKANAN BERKELANJUTAN

Stella T. Kaunang<sup>1)</sup>, Reiny A. Tumbol<sup>2)</sup>, Rizald M. Rompas<sup>2)</sup>, dan Markus T. Lasut<sup>3)</sup>

<sup>1</sup>Fakultas Pertanian, Unika De La Salle, Manado email: skaunang@unikadelasalle.ac.id

<sup>2</sup>Fakultas Perikanan & Ilmu Kelautan Unsrat, Manado

<sup>3</sup>Program Studi Magister Ilmu Perairan, FPIK Unsrat, Manado

### Abstrak

Sulawesi Utara memiliki 11 daerah aliran sungai (DAS), dan salah satunya adalah DAS Talawaan, Kabupaten Minahasa Utara sampai dengan Kota Manado. Kajian dilakukan untuk mendapatkan strategi yang cocok dalam pengelolaan terpadu terhadap pengembangan perikanan di DAS Talawaan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi dan menganalisis potensi dan masalah dalam pengelolaan DAS yang ada, dan untuk merumuskan strategi yang sesuai dan dapat diterapkan di DAS untuk pengembangan perikanan. Lima aspek dikaji; keadaan alam, kesehatan ikan, kualitas air, sosio-ekonomi masyarakat, dan pengaturan kelembagaan. Data dikumpulkan dengan teknik observasi in situ, kuesioner, wawancara mendalam dan analisis pemeriksaan laboratorium, selain data sekunder berupa literatur, jurnal, dan data-data laporan tertulis. Hasilnya menunjukkan bahwa keadaan alam bisa sangat berpotensi untuk pengembangan, tetapi juga bisa menjadi tantangan bagi manajemen. Kualitas air sesuai untuk perikanan dan industri, meskipun pada analisis mikrobiologi *E.coli* diatas nilai standar mutu air. Merkuri (Hg) terdeteksi pada ikan liar maupun budidaya. Berbagai jenis parasit dan bakteri ditemukan pada ikan. Pendapatan rumah tangga masih relatif rendah dan pendidikan masyarakat masih sampai pendidikan menengah dan atas, serta secara kelembagaan tidak ada yang khusus menangani pengelolaan DAS. Sebagai kesimpulan, manajemen terpadu merupakan tantangan karena beberapa aspek dapat menjadi potensi dan kendala. Kajian pengelolaan DAS Talawaan ini masih terus dilakukan dalam bentuk penelitian.

**Kata kunci:** DAS Talawaan, pengelolaan terpadu, perikanan berkelanjutan, kualitas air terhadap kemampuan DAS untuk menunjang sistim kehidupan, termasuk kegiatan masyarakat dan perikanan di bagian hulu hingga hilir, wilayah pesisir dan laut sedemikian besarnya.

### 1. PENDAHULUAN

Daerah aliran sungai (DAS) merupakan suatu ekosistem penting dalam lingkungan karena unsur organisme dan lingkungan biofisik saling berinteraksi secara dinamis. Pada banyak tempat di Indonesia, DAS memikul beban yang berat sehubungan dengan tingkat kepadatan penduduknya yang sangat tinggi dan pemanfaatan sumber daya alam yang intensif, sehingga terindikasi bahwa terjadi degradasi lingkungan yakni kondisi DAS semakin menurun (Departemen Kehutanan, 2003[1]), sedangkan disisi lain tuntutan

DAS di bagian hulu dicirikan sebagai daerah konservasi, terutama dari segi perlindungan tata air, sedangkan bagian hilir adalah daerah pemanfaatan (Kepmenhut no. 52/Kpts-II/2001 [2]). Oleh karena itu, pengelolaan DAS di hulu banyak menjadi fokus perhatian mengingat kerusakan yang terjadi di hulu dapat berakibat pada keseluruhan aliran air dan

material ke hilir, yang artinya sampai ke wilayah pesisir dan laut.

Provinsi Sulawesi Utara memiliki 11 DAS yang cukup besar, salah satunya adalah daerah aliran sungai (DAS) Talawaan di Kabupaten Minahasa Utara (Gbr.1). DAS Talawaan dengan luas sekitar 822 ha, memiliki potensi alam yang besar, seperti daerah wisata air terjun, keindahan alamnya, kesuburan tanah, serta potensi kaya akan bahan tambang. Potensi ini banyak dimanfaatkan masyarakat antara lain adanya pertambangan rakyat yaitu galian C, penambangan emas. Proses pengolahan emas secara tradisional yang diterapkan di wilayah pertambangan desadesa sekitar DAS Talawaan menggunakan teknologi sederhana dengan merkuri sebagai bahan penangkap emas melalui proses amalgamasi. Proses penangkapan ini cenderung berdampak negatif terhadap lingkungan sekitar karena pada setiap tahapan proses memungkinkan terjadi degradasi logam berat yang ada, sehingga dikhawatirkan dapat mencemari lingkungan.

Potensi yang besar pada DAS Talawaan yakni secara administratif terletak di Kabupaten Minahasa Utara (Kecamatan Dimembe dan Kecamatan

Talawaan) dan Kota Manado (Kecamatan Tuminting, Bunaken dan Mapanget). Desa yang termasuk dekat DAS Talawaan sebanyak 51 desa, terdiri dari 30 desa di Kabupaten Minahasa Utara dan 21 kelurahan di Kota Manado. Keadaan topografi wilayah DAS Talawaan pada umumnya merupakan daerah pegunungan dan berbukit–bukit yang tersebar pada wilayah sungainya. Sebagian besar areal berada pada daerah administratif Kabupaten Minahasa sebesar 80%, sedangkan 20% merupakan wilayah administratif Kota Manado. Potensi di DAS

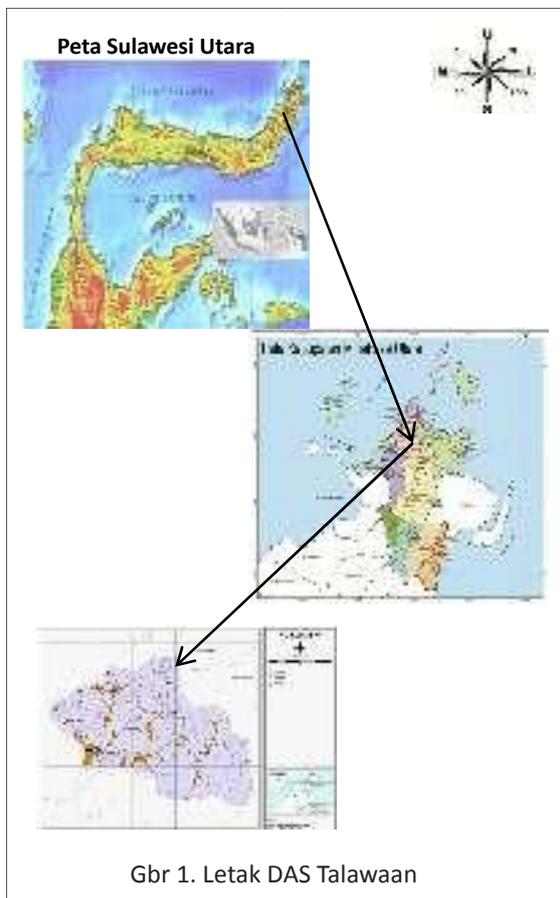
ini memiliki banyak mata air sebagai sumber air, ada sungai besar Talawaan, areal perkebunan yang cukup besar, serta masyarakat yang hidup dari usaha budidaya ikan (Minut dalam Angka, 2016[3]).

Kegiatan masyarakat yang sangat dinamis untuk memenuhi berbagai kebutuhan hidupnya, sehingga terjadi perubahan lingkungan yang membawa masalah seperti alih guna lahan, kerusakan fungsi hutan, menurunnya kualitas air akibat buangan limbah padat dan cair dari industri, rumah tangga, kegiatan pertambangan rakyat ilegal, dan menurunnya fungsi hidrologi yang dapat menyebabkan banjir, erosi dan sedimentasi (Kementerian Lingkungan Hidup, 2000 [4]; Setiawan, 2011 [5]; Walangitan, 2011[6]; BP-DAS Tondano, 2011[7]; Kitong *et al*, 2012 [8]). Daerah ini juga terdapat pertambangan rakyat atau pertambangan emas skala kecil (PESK), sehingga potensi menimbulkan masalah sosial dan lingkungan besar, antara lain kualitas air yang menurun dan potensi konflik sosial. Masalah utama DAS Talawaan yakni pertambangan rakyat, dimana banyak galian C seperti: emas, biji besi, pasir besi, titan, andesit, teras, mangan, batu lapis, batu gunung, dan pasir (Dinas Pertambangan dan Energi Kabupaten Minut, 2010 [9]). Hasil sampingan dari tambang yakni buangan limbah padat dan cair yang masuk ke sungai seperti Merkuri (Hg), Timbal (Pb) dan Sianida (Zn), Kaolin, Ag, Au, As

(Ridwan. A, Suhandi & C. Putra, 2011 [10]), sedangkan limbah pencemar lain yakni pupuk dan pestisida karena kegiatan pertanian di daerah itu, limbah rumah tangga dari pemukiman penduduk dan limbah minyak dari industri pengolahan minyak kelapa (Lasut, M.T, 2009 [11]). Hal lain yang menjadi permasalahan di DAS

adalah belum adanya keterpaduan antar sektor dan antar instansi, serta kesadaran dan partisipasi masyarakat yang rendah tentang pelestarian manfaat sumber daya alam di daerah aliran sungai.

Oleh karena berbagai masalah yang ada, maka penelitian ini dilaksanakan. Secara umum tujuan penelitian ini adalah kajian tentang pengelolaan daerah aliran sungai terpadu dengan mengidentifikasi dan mengevaluasi potensi dan hambatan yang terjadi di daerah DAS untuk mendapatkan pola pengelolaan yang tepat, efektif dan efisien secara terpadu dari hulu sampai hilir yakni wilayah pesisir.



## 2. METODE PENELITIAN

### Waktu dan Lokasi

Penelitian dilaksanakan dari bulan Juli 2015 sampai dengan September 2016

dengan lokasi di DAS Talawaan, dengan 2 lokasi di hulu (Desa Dimembe dan Talawaan) dan 2 lokasi di hilir (Desa Talawaan Bajo dan Kelurahan Bailang).

### Prosedur Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah kualitatif deskripsi dan penelitian analitik dengan berbagai metode seperti wawancara, kuisisioner, *purposive random sampling*, observasi untuk mendapatkan data dan informasi baik metode acak maupun tidak-acak, selain itu penelitian dilakukan di lapangan dan laboratorium.

Ada 5 aspek penting yang dikaji, yakni:

1. Aspek Keadaan Alam. Penelitian ini dimaksud untuk melihat dan menganalisis keadaan alam sepanjang daerah aliran sungai Talawaan, sampai wilayah pesisir Kota Manado, sehubungan dengan pemanfaatan lahan dan sungai. Apa saja potensi sumberdaya alam di sepanjang DAS Talawaan? Bagaimana bentuk fisik dan struktur sungai Talawaan? Sehingga dalam penelitian ini mendapatkan data mengenai fisik sungai Talawaan dan keadaan alamnya. Metode yang dipakai adalah observasi dan pengukuran fisik Sungai Talawaan.
2. Aspek Kualitas Air. Dalam penelitian ini diukur dan dianalisis kualitas air secara fisik, kimia dan mikrobiologi. Metode yang digunakan pengujian kualitas air di laboratorium dan hasilnya dibandingkan dengan Kriteria Mutu Air (PP no. 82 tahun 2001 [12]). Pengujian parameter kualitas air dilaksanakan di Water Laboratory Nusantara, Manado.
3. Aspek Perikanan. Dalam penelitian ini diberi gambaran teknologi dan budidaya perikanan yang dilakukan masyarakat sepanjang DAS Talawaan, serta penyakit ikan yang muncul di daerah ini. Metode

yang dipakai pengujian penyakit ikan pada beberapa lokasi di hulu maupun di hilir yakni Metode Konvensional pengukuran Parasit dan Bakteri, serta analisis dengan (BKIPMKHP Mapanget, 2016 [13]).

4. Aspek Kelembagaan. Dalam penelitian ini diberi gambaran instansi atau SKPD yang terkait pengelolaan DAS dan struktur organisasinya. Metode yang digunakan adalah observasi dan wawancara pada pengambil kebijakan dari level kabupaten sampai dengan desa.
5. Aspek Sosial Ekonomi Masyarakat. Dalam penelitian ini dianalisis kesadaran dan partisipasi masyarakat dalam pengelolaan DAS.

#### Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif kualitatif dan kuantitatif (Setiawan, N, 2005 [5]).

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN Aspek

#### Keadaan Alam

DAS Talawaan terdapat di Kabupaten Minahasa Utara, Provinsi Sulawesi Utara. Secara umum kondisi geografis Kabupaten Minahasa Utara terletak pada  $1^{\circ}17'51,93''$  LU -  $1^{\circ}56'41,03''$  LU dan  $124^{\circ}40'38,39''$  BT -  $125^{\circ}5'15,53''$  BT dengan batas-batas sebagai berikut:

Sebelah Utara: Laut Sulawesi dan Kabupaten Kepulauan Sitaro

Sebelah Timur: Laut Maluku dan Kota Bitung.

Sebelah Barat: Laut Sulawesi dan Kota Manado

Sebelah Selatan: Kabupaten Minahasa

Kabupaten Minahasa Utara merupakan kabupaten hasil pemekaran dari Kabupaten Minahasa. Luas wilayah

Kabupaten Minahasa Utara adalah sekitar  $1.059.244 \text{ km}^2$  (luas daratan) dan  $1.261 \text{ km}^2$  (luas lautan) dengan garis pantai sepanjang 292,20 km, memiliki pulau sebanyak 46 buah dan 1 pulau terluar yaitu Pulau Mantehage.

Sungai-sungai utama yang melalui wilayah Kabupaten Minahasa Utara berhulu di gunung yang mengalir dari wilayah yang tinggi bermuara ke danau dan teluk Manado. Sungai tersebut dari hulu ke hilir menjadi sebuah sistem sungai yang tidak bisa dipandang dalam batas administrasi (Tabel 1). Sungai-sungai ini dimanfaatkan oleh masyarakat untuk penyediaan air bersih, irigasi, budidaya perikanan darat dan suplai energi listrik.

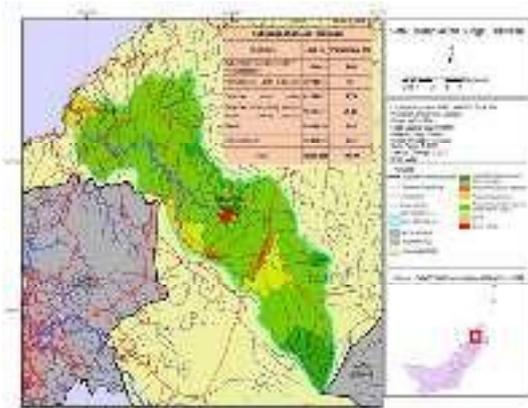
Tabel 1. Nama Sungai di sekitar DAS

Talawaan			
No	Nama Sungai	Potensi ( $\text{m}^3/\text{det}$ )	Panjang (Km)
1	Sungai Talawaan	150	31,7
2	Sungai Sawangan	200	21,0
3	Sungai Likupang	80	21,2
4	Sungai Kokoleh	-	10,5
5	Sungai Mangeng	-	22,5
6	Sungai	-	5,2
7	Walangitan Sungai Tondano	300	39,9

Sumber: Minahasa dalam Angka, 2016

Daerah ini memiliki garis pantai sepanjang 292, 20 km dengan jumlah pulau 46 buah. Kondisi secara umum terdiri dari pegunungan, berbukit dan daerah dataran rendah, sampai di area pesisir Kota Manado. Karakter tanah hampir sama di semua wilayah yakni: datar, landai dan bergelombang, dengan kemiringan tanah antara  $0-3^{\circ}$  atau sekitar 30,49% (RTRW Minut, 2013 [14]).

Iklim di DAS Talawaan, Minahasa Utara yakni iklim tropis dengan curah hujan yang merata, cenderung basah. Pada bulan Mei-Oktober adalah Musim Kemarau dan Nopember-April adalah Musim Hujan. Suhu udara di daerah ini berkisar 27 – 31<sup>0</sup>C, dari daerah hulu sampai hilir. Kedalaman sungai bervariasi rata-rata 0-5 meter. Tinggi air sungai semu mencapai 6-8 meter dari dasar sungai.



Gbr 2. Peta Tutupan Lahan

Keadaan penggunaan lahan di DAS Talawaan disajikan pada tabel berikut ini:

Tabel 2. Tutupan Lahan DAS Talawaan

Penutupan	Luas (Ha)	Prosentase (%)
Hutan lahan kering sekunder/bekas tebangan	1253.44	9.64
Pemukiman/lahan terbangun	209.09	1.61
Pertanian lahan kering	616.99	4.75
Pertanian lahan kering campur semak/kebun	9960.44	76.63
Sawah	890.04	6.85
Semak belukar	68.60	0.53
<b>Total</b>	<b>12,998.60</b>	<b>100</b>

Sumber: Minahasa dalam Angka, 2016

Berdasarkan data diatas, ada lahan tidak produktif saat ini seluas 68.60 ha atau 0.53% karena hanya semak belukar. Di masa mendatang lahan seperti ini dapat menjadi produktif dengan perubahan tata guna lahan.

**Aspek Kualitas Air** Kualitas air sungai Talawaan yang teridentifikasi lewat pengukuran baik parameter fisik, mikrobiologi dan logam berat di daerah hulu dan hilir, yakni:

Tabel 3. Pengukuran Unsur Hara/Nutrien dan Mikrobiologi di Sungai Talawaan Bagian Hulu

Parameter Pengukuran	Hasil Pengukuran Musim Kemarau		Hasil Pengukuran Musim Hujan	
	Desa Wasian (Titik 1)	Desa Tatelu (Titik 2)	Desa Wasian (Titik 1)	Desa Tate-lu (Titik 2)
<b>Unsur Hara/Nutrient</b>				
Ammonia (NNH3)	Mg/L < 0.02	0.03	0.04	0.05
Nitrate (NNO3)	Mg/L 0.135	0.139	0.140	0.132
Nitrite (NNO2)	Mg/L < 0.001	0.012	0.003	0.007
Total Fosfat (P-PO4)	Mg/L 0.149	0.309	0.057	0.143
<b>Mikrobiologi Test</b>				
Total MPN/ Coli-100 form ml	> 24200	> 24200	> 24.200	> 24.200

Tabel 4. Pengukuran Logam Berat di Sungai Talawaan Bagian Hulu

Parameter Pengukuran	Hasil Pengukuran Musim Kemarau		Hasil Pengukuran Musim Hujan	
	Desa Wasian (Titik 1)	Desa Tatelu (Titik 2)	Desa Wasian (Titik 1)	Desa Tate-lu (Titik 2)
Logam Berat				

-an

Logam Berat					
<i>Arsenic Dissolved (As)</i>	Mg/L	0.001	0.001	< 0.005	< 0.005
<i>Copper Dissolved (Cu)</i>	Mg/L	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005
<i>Nickel (Ni)</i>	Mg/L	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
<i>(Pb)</i>	Mg/L	< 0.001	< 0.001	0.009	0.018
<i>Zinc (Zn)</i>	Mg/L	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005
<i>Mercury Dissolved (Hg)</i>	Mg/L	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005

Tabel 5. Pengukuran Biologi di Sungai Talawaan Bagian Hulu

Para-meter	Satuan Pengukuran	Hasil Pengukuran Musim Kemarau		Hasil Pengukuran Musim Hujan	
		Desa Wasi-an (1)	Desa Tate-lu (2)	Desa Wasi-an (1)	Desa Tate-lu (2)
Tes Biologi					
BOD <i>Biological Oxygen Demand</i>	Mg/L	< 2	< 2	< 2	< 2
COD <i>Chemical Oxygen Demand</i>	Mg/L	< 10	< 10	< 10	12
DO <i>Dissolved Oxygen</i>	Mg/L	7	7	7.54	7.12

Pada pengukuran bagian hulu ini (Tabel 3,4,5) dengan pengukuran fisik air, suhu berkisar 26-31°C dan ph 6.99-7.4, hampir parameter yang diukur memenuhi Kriteria Mutu Air sesuai PP no. 82 tahun

2001, nilai lebih pada Oksigen terlarut (DO) sebesar 7 mg/l, dimana batas minimum di

perairan adalah 6 mg/l. Pada Total Coliform yang >24.200, dimana untuk kriteria baku mutu air hanya 10.000 jml/100 ml yang dipersyaratkan. Daerah ini merupakan daerah pemukiman dan perkebunan lahan kering, juga pemeliharaan ternak. Total coliform yang melebihi ambang batas menandakan banyak aktifitas manusia di daerah ini. Sedangkan pada total oksigen terlarut dalam air (DO) lebih tinggi (7 mg/l) dari batas minimum yang dipersyaratkan untuk kriteria mutu air (6 mg/l) menandakan kualitas air memenuhi syarat, terutama untuk keperluan perikanan.

Pengukuran kualitas air Sungai Talawaan di bagian hilir menunjukkan data seperti ini:

Tabel 6. Pengukuran Unsur Hara/Nutrien dan Mikrobiologi di Sungai Talawaan Bagian Hilir

Parameter	Satuan Pengukuran	Hasil Pengukuran Musim Kemarau		Hasil Pengukuran Musim Hujan	
		Desa Talawaan Bajo (3)	Kel. Bailang (4)	Desa Talawaan Bajo (3)	Kel. Bailang (4)
Unsur Hara/Nutrient					
Amonia (NH <sub>3</sub> )	Mg/L	< 0.02	0.89	< 0.02	0.58
Nitrate (NO <sub>3</sub> )	Mg/L	0.241	0.251	0.226	0.224
Nitrite (NO <sub>2</sub> )	Mg/L	0.003	0.009	0.004	0.007
Total Fosfat (PO <sub>4</sub> )	Mg/L	0.110	0.128	0.113	0.141
Mikrobiologi Test					
Total MPN/100 ml form		> 24200	> 24200	19.900	>24.200

Tabel 7. Pengukuran Logam Berat di Sungai Talawaan Bagian Hilir

Parameter	Satuan Pengukuran	Hasil Pengukuran Musim Kemarau		Hasil Pengukuran Musim Hujan	
		Desa Talawaan Bairo (3)	Kelurahan Bailang (4)	Desa Talawaan Bairo (3)	Kelurahan Bailang (4)
Pengujian Logam Berat					
Arsenic Dissolved (As)	Mg/L	0.002	0.005	< 0.005	< 0.05
Copper Dissolved (Cu)	Mg/L	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.05
Nickel Dissolved (Ni)	Mg/L	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.01
Lead (Pb)	Mg/L	< 0.001	< 0.001	0.014	0.02
Zinc Dissolved (Zn)	Mg/L	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.05
Mercury (Hg)	Mg/L	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005

Tabel 8. Pengukuran Biologi di Sungai Talawaan Bagian Hilir

Parameter	Satuan Pengukuran	Hasil Pengukuran Musim Kemarau		Hasil Pengukuran Musim Hujan	
		Desa Talawaan Bairo (3)	Kelurahan Bailang (4)	Desa Talawaan Bairo (3)	Kelurahan Bailang (4)
Tes Biologi					
BOD (Biological Oxygen Demand)	Mg/L	< 2	< 2	< 2	< 2
COD (Chemical Oxygen Demand)	Mg/L	< 10	< 10	42	51

DO (Dissolved Oxygen)	Mg/L	8	7	7.54	7.24
-----------------------	------	---	---	------	------

Data pengukuran pada tabel (6,7,8) diatas menunjukkan bahwa kualitas perairan di sungai Talawaan bagian hilir masih dalam batas kriteria mutu air dan bisa dimanfaatkan baik untuk keperluan sehari-hari maupun untuk bidang perikanan. Meskipun masih ditemukan kandungan mercury di perairan, tetapi masih dalam batas minimum yang dipersyaratkan peraturan pemerintah tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air (PP no. 82 tahun 2001 [12]) dan Standar Kualitas Air di Perairan Umum (PP no. 20 tahun 1990 [15]). Total coliform di perairan sangat tinggi diatas 10.000 jml/100 ml yakni 19.900 dan > 24.200 jml/100ml, hal ini karena daerah pemukiman, banyak penduduk yang menandakan banyak aktifitas manusia dan banyak ternak/hewan berkeliaran di muara sungai.

**Aspek Perikanan**

DAS Talawaan merupakan daerah sentra perikanan di Kabupaten Minahasa Utara. Kawasan perikanan darat yang dimaksud adalah kawasan yang secara teknis sesuai untuk pengembangan budidaya perikanan air tawar di sawah, kolam dan perairan yang tersebar di daerah hulu pada kecamatan Dimembe dan

Talawaan dengan luas keseluruhan kurang lebih 63.778,87 ha dari 105.137,00 ha atau 60.66% di Kabupaten Minahasa Utara (Gbr

2).



Tabel 10. Jenis parasit & bakteri yang ditemukan pada ikan budidaya di lokasi desa Tetey

<b>Jenis Parasit Bakteri Hg</b>				
<b>Lokasi</b>	<b>Jenis Ikan Nila (<i>Oreochromis niloticus</i>)</b>	<b>Parasit Bakteri Hg</b>	<b>Hg</b>	
Desa Tetey  (Latitude 1:30:39.9204, Longitude 124:58:22.9944)  Altitude 186 m  Luas Kolam : 5 x 7 meter  Padat penebaran: 350 ekor	1	-	<i>Cardiobacterium hominis</i> Ada	
			0.026 mg/l	
	2	-	<i>Pasteurella Trichodina sp</i>	-
	3	-	-	-
	4	-	-	-
	5	-	<i>Bacillus sp</i>	0.038 mg/l
	6	-	<i>Plesiomonas shigelloides</i>	-
	7	-	-	-
	8	-	-	-
	9	-	<i>Dactylogyrus sp</i>	-
	10	-	-	-
	11	-	<i>Plesiomonas shigelloides</i>	-
	12	-	<i>Plesiomonas shigelloides</i>	-
13	-	<i>Plesiomonas shigelloides</i>	-	

No	Nama Ikan/Ilmiah/Lokal	Bakteri	Parasit	Hg
14		-	<i>Plesiomonas shigeloide</i>	-
15	<i>Dactylogyrus</i> sp	-	-	-
16	<i>Dactylogyrus</i> sp <i>Trichodina</i> sp	-	Ada 0.04 mg/l <i>Trichodina</i> sp	-
17	<i>Dactylogyrus</i> sp	-	-	-
18	-	-	-	-

Nama Ikan/Ilmiah/Lokal	Bakteri	Parasit	Hg
Nilai/ <i>Oreochromis niloticus</i>	<i>Plesiomonas shigeloide</i>	<i>Trichodina</i> sp. 	-
	<i>Aeromonas</i> sp.		-
Nilem/ <i>Osteocilus hasselti</i>	-	<i>Dactylogyrus</i> sp. <i>Dactylogyrus</i> sp. 	-
Louhan/ <i>Amphilophus trimaculatus</i>	<i>Aeromonas</i> sp.	-	0,175 mg/l
Betutu/ <i>Oxyeleotris marmorata</i> /Payangka	-	<i>Chilodonella</i> sp.	-
Belut/ <i>Monopterus albus</i> /Freshwater Eel	-	<i>Diplectum</i> sp.	-

Parasit yang banyak ditemukan pada ikan-ikan budidaya adalah *Dactylogyrus* sp. dan *Trichodina* sp., (Tabel 9,10), sedangkan pada ikan liar ditemukan *Dactylogyrus* sp., *Trichodina*, *Gnathia* sp., *Chilodonella* sp., dan *Diplectum* sp. (Tabel 11,12). Parasit-parasit ini ditemukan menempel pada kulit, sirip dan insang ikan. Ikan yang terserang penyakit pada umumnya menjadi lemah, warna tubuh kusam dan pucat, produksi lendir berlebihan, gerakan lamban dan sirip rusak atau rontok.

Tabel 11. Jenis Parasit & Bakteri yang ditemukan pada ikan liar di Sungai Talawaan daerah hulu

Tabel 12. Jenis Parasit & Bakteri yang ditemukan pada ikan liar di Sungai Talawaan daerah hilir (muara Bailang)

Nama Ikan/Ilmiah/Local	Bakteri	Parasit	Hg
Gabus/ <i>Channa striatus</i> /Kabos	-	 <i>Gnathia sp</i>	0.029 mg/l
Kakap putih/ <i>Lates calcarifer</i> /White seabass	-	-	0.026 mg/l
Getegete/ <i>Glossamia wichmann</i>	-	-	-
Kuwe/ <i>Caranx sexfasciatus</i> /Bobara	-	-	-
Ikan Seluang/ <i>Rasbora ides vaterifloris</i>	-	-	-

Bakteri yang paling banyak ditemukan pada ikan budidaya adalah *Aeromonas hydrophila*. Bakteri ini hidup di air tawar yang mengandung bahan organik tinggi, sehingga ikan-ikan budidaya lebih banyak terserang bakteri jenis ini. Selain menyerang ikan air tawar, bakteri *A. hydrophila* juga dapat menyerang manusia (Hiroko & Aoki 1991 dalam Anonim, 2011 [15]) yaitu yang bersifat enterotoksigenik dan cukup potensial terhadap patogenitas di saluran pencernaan manusia, sedangkan *Plesiomonas shigelloides* ditemukan pada ikan-ikan yang hidup di daerah muara sungai. *P. shigelloides* adalah jenis bakteri kelompok non-spore, berbentuk bacillus, gram negatif, oksidase positif, dan merupakan organisme fakultatif anaerob, yang tersebar meluas di air tawar. Pertumbuhan *P. shigelloides* di air tawar tergantung pada suhu, ketersediaan hara,

dan tingkat cemaran limbah (Suriawiria, U. 1996 [16]). Daerah hilir merupakan tempat yang lebih banyak terkumpul cemaran limbah yang mengalir dari hulu, sehingga bakteri jenis ini banyak ditemukan pada ikan-ikan yang diambil di muara sungai Talawaan.

Baik pada ikan budidaya maupun ikan-ikan liar dari sampel penelitian, ditemukan kandungan Mercury/air raksa bervariasi antara 0.026 - 0.175 mg/l. Kadar mercury yang ditemukan lebih besar dari Kriteria Mutu Air yakni 0.001 mg/l (PP No.

82 tahun 2001) ataupun Standar Kualitas Air di Perairan Umum yakni Golongan D 0.005 mg/l (PP no. 20 tahun 1990). Hal ini disebabkan air sungai tercemar mercury yang berasal dari pertambangan rakyat di daerah hulu sungai Talawaan (Gbr 3).



Gambar 3. Hasil buangan limbah di daerah pertambangan rakyat Talawaan

### Aspek Sosial Ekonomi Masyarakat

Data diperoleh dari penyebaran kuisisioner dan wawancara responden. Kuisisioner yang disebarkan berjumlah masing-masing Desa atau Kelurahan sebanyak 50 buah. Hasil penelitian dan wawancara diperoleh kisaran umur responden adalah 19 – 66

tahun di 3 desa dan 1 kelurahan, yakni Desa Tatelu Jaga V, Desa Talawaan jaga I, Desa Talawaan Bajo jaga V dan Kelurahan Bailang lingkungan 1 yang sangat dekat dengan sungai Talawaan. Dua desa diambil di hulu sungai Talawaan dan 2 di daerah hilir atau pesisir pantai Kota Manado.

Hasil penelitian menunjukkan tingkat pendidikan adalah menengah dan atas, artinya lulusan SMA ke bawah, sangat sedikit yang mengecap pendidikan tinggi.

Sedangkan aspek ekonomi yakni pendapatan diperoleh *range* pendapatan yang paling banyak yakni < 1 juta rupiah di daerah hilir dan pada masyarakat daerah hulu antara 1 – 3 juta. Profesi beragam seperti petani, nelayan, petambak, pns, pelaut, guru, pensiunan, buruh, dan swasta, tetapi paling banyak dari reponden adalah petani dan nelayan/petambak.

Kepemilikan dan pengusahaan lahan dikaitkan dengan luasnya DAS Talawaan yakni 12,998.596 ha, dimana dari 200 responden, hanya 10% saja yang memiliki lahan, 90% hanya mengusahakan lahan milik orang lain atau tanah adat. Untuk pengusahaan lahan oleh masyarakat mencapai 52% baik untuk pertanian, perkebunan, peternakan, perikanan dan industri, 23% sektor non formal, pekerja di tambang sebesar 16,5%, lalu 3.5% adalah pegawai negeri, sisanya 5% tanpa pekerjaan atau pengangguran.

Dalam wawancara dengan masyarakat/responden sebanyak 90% responden mengatakan belum ada organisasi/unit atau kelompok di desa mereka, khusus mengenai pengelolaan DAS, yang 10% responden tidak mengetahui lembaga-lembaga di desa dan bagaimana pengelolaan lingkungan yang baik, malah

ada masyarakat yang tidak tahu bahwa mereka adalah penghuni di lingkungan DAS. Bila ditanyakan mengenai keterlibatan bila dipilih menjadi pengurus suatu lembaga/kelompok di desa, maka jawaban yang diberikan tidak ingin menjadi pengurus, tetapi akan berpartisipasi dalam program dan kegiatan yang ada di desa atau kelurahan mereka.

Menganalisis kenyataan yang ada partisipasi masyarakat yang masih kurang, bisa disebabkan oleh beberapa faktor, seperti; pengetahuan yang kurang akan pentingnya pengelolaan lingkungan, pelaksanaan tidak terkontrol, penegakan peraturan, model pemberdayaan masyarakat yang belum ada atau sudah ada tetapi susah untuk diterapkan. Hal ini dikaitkan dengan aspek kelembagaan untuk pengelolaan lingkungan. Berdasarkan hasil diatas, perlu upaya dari pemerintah untuk meningkatkan kesadaran masyarakat terutama yang tinggal di bantaran sungai dan penegakan hukum, karena yang jelas bertentangan dengan peraturan yang berlaku seperti tata ruang, pengelolaan sumber daya air, pengelolaan sampah dan pengelolaan lingkungan.

Dari sisi masyarakat, karena kurangnya kesadaran dan partisipasi tanpa disadari menyebabkan penurunan kualitas lingkungan dari hari ke hari, masyarakat beraktifitas seperti biasa, dengan membuang sampah di sungai, tidak ada penindakan tegas. Ketidaktahuan masyarakat akan peraturan juga membuat mereka cenderung melakukan kegiatan yang seharusnya dilarang (Wahyuni dkk., 2012 [17]).

Penelitian lanjut masih dilakukan untuk melihat keefektifan

model pengelolaan yang sekarang dan model yang diinginkan masyarakat.

#### **Aspek Kelembagaan**

Kabupaten Minahasa Utara merupakan pemekaran dari Kabupaten Minahasa, dibentuk karena aspirasi masyarakat melalui perjuangan serius dari masyarakat di bagian utara tanah Minahasa. Sejak lahirnya UU no. 33 Tahun 2003 tentang Pembentukan Kabupaten Minahasa Utara di Propinsi Sulawesi Utara dan diresmikan oleh Departemen Dalam Negeri RI pada tanggal 7 Januari 2004, maka resmilah menjadi salah satu Kabupaten di wilayah Propinsi Sulawesi Utara. Sejak berdirinya Kabupaten Minahasa Utara memiliki 10 Kecamatan, 125 desa dan 6 Kelurahan. Sejak tahun 2016, jumlah kecamatan tetap yakni 10, tetapi terjadi pemekaran jumlah desa menjadi 131. Dari 10 kecamatan itu, 2 kecamatan merupakan Daerah Aliran Sungai Talawaan yakni; Kecamatan Dimembe dan Talawaan.

Dalam kajian ini, informasi yang diperoleh tentang tata kelola pemerintahan dan pengelolaan lingkungan berasal dari wawancara terstruktur dari 3 orang Camat dan 4 Kepala Desa/Lurah, yakni Camat Dimembe, Camat Talawaan, Camat Bunaken, sedangkan informan tingkat desa dari Kepala Desa/hukum tua Talawaan, Hukum Tua Tatelu, Lurah Bailang dan Hukum Tua Talawaan Bajo. Intinya bahwa pengelolaan lingkungan hanya didasarkan pada program apa yang ditetapkan dari atas yakni tingkat Kabupaten. Pimpinan daerah seperti camat dan kepala desa tidak terlalu paham mengenai pengelolaan daerah aliran sungai, biarpun mereka mengerti mengenai pengelolaan lingkungan secara umum di daerahnya. Pejabat lebih fokus pada administrasi kantor dan pelaksanaan tugas dengan model birokrasi. Ditemukan juga

bahwa belum ada strategi tepat mengenai pengelolaan DAS terpadu di daerah pemerintahan mereka.

Visi Kabupaten Minahasa Utara yakni menjadi kabupaten Agribisnis, Industri dan Pariwisata Secara Terpadu serta Berkelanjutan di Tahun 2021, sehingga banyak upaya diarahkan untuk 3 bidang ini. Dari struktur organisasi pemerintah Kabupaten Minahasa Utara, pengelolaan lingkungan menjadi tanggung jawab Badan Pengelolaan Lingkungan Hidup yang di tahun 2016 telah menjadi Dinas Lingkungan Hidup. Kabupaten Minahasa Utara tidak memiliki Badan atau unit untuk pengelolaan DAS seperti di tingkat Provinsi Sulut yang memiliki Badan Pengelola Daerah Aliran Sungai (BP-DAS).

Dari hasil kajian elemen kelembagaan saja belum memadai untuk mengelola DAS secara baik tanpa adanya peran dari masyarakat dan pemangku kebijakan, seperti dinas terkait yakni Dinas Kehutanan, Pertanian, Perikanan, Lingkungan Hidup, Dinas Pekerjaan Umum, Energi dan Sumber Daya Manusia (ESDM), dan lembaga swadaya masyarakat (LSM). Sinergi diperlukan antar instansi dan diperkuat dengan suatu lembaga swadaya masyarakat, seperti Forum Peduli DAS. Peran dari Forum Peduli DAS dalam pengelolaan DAS adalah dapat membantu pemerintah untuk merumuskan kebijakan pengelolaan DAS dan menyusun rencana pengelolaan DAS terpadu, memberikan pertimbangan terkait pelaksanaan pengelolaan DAS prioritas, serta berkontribusi dalam pemanfaatan sumber daya alam pada DAS.

Penelitian lanjut masih dilakukan untuk menyusun strategi tepat dan efektif dalam

pengelolaan DAS di Kabupaten Minahasa Utara.

#### 4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari kajian ini adalah:

1. Keadaan alam di wilayah DAS Talawaan sangat potensial untuk perikanan berkelanjutan.
2. Kualitas air di DAS Talawaan masih memenuhi syarat untuk perairan umum dan perikanan. Time series data (data waktu ke waktu) untuk parameter kualitas air perlu dilakukan. Bersama dinas/instansi terkait menyiapkan program kerja untuk pengendalian pencemaran air dan peningkatan kualitas air.
3. Kehadiran bakteri dan parasit pada budidaya ikan, indikator kualitas lingkungan yang kurang baik. Sebagai sentra perikanan baik budidaya maupun pemanfaatan lautnya, maka perlu tindakan baik pencegahan maupun pengobatan untuk penyakit ikan. Kualitas lingkungan harus lebih ditingkatkan.
4. Kesadaran dan partisipasi masyarakat masih rendah. DAS untuk masyarakat bukan hanya generasi saat ini tetapi yang akan datang, sehingga masyarakat bukan lagi hanya penerima manfaat tetapi harus ditumbuhkan kesadaran & partisipasinya dengan program yang tepat guna dan sasaran. Pembentukan forum peduli DAS dapat diusahakan.
5. Peran kelembagaan dalam pengelolaan DAS masih kurang, dan pejabat/personil pengelola seyogyanya punya konsep pengelolaan das terpadu di wilayahnya. Peran kelembagaan sebagai regulator hendaklah bersinergis untuk suatu program pengelolaan daerah aliran sungai. Kompleksitas

masalah di DAS mensyaratkan suatu pendekatan pengelolaan termasuk kelembagaan dengan tupoksi masing-masing, serta mempertimbangkan prinsip saling ketergantungan dan bersinergi.

#### 5. REFERENSI

- [1] Departemen Kehutanan, 2003, *Pedoman Teknis Pengelolaan DAS*, Jakarta, 19 hal.
- [2] ....., 2001, Keputusan Menteri Kehutanan/ Kepmenhut nomor 52/kpts-11/2001, tentang Pedoman Penyelenggaraan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Jakarta.
- [3] Anonim, 2016, *Minut dalam Angka*. Pemkab Minahasa Utara.
- [4] Kementerian Lingkungan Hidup, 2000, *Potret DAS di Sulawesi*. <http://ppesumapapua.menlh.go.id>, diakses 21 Nov 2017.
- [5] Setiawan, N., 2005, *Pengolahan dan Analisis Data*, Diklat Metodologi Penelitian, Universitas Padjajaran.
- [6] Walangitan, H., 2011, *Ekologi Sungai Dumoga Kritis*. Tribun Manado, 26 Maret 2011. [www.tribunnews.com/2011/walangitan](http://www.tribunnews.com/2011/walangitan), diakses 10 Des 2016.
- [7] Balai Pengelolaan DAS Tondano, 2011, *DAS Tondano*, Propinsi Sulut.
- [8] Kitong, M.T., J. Abidjulu, dan H. Koleangan, 2012, *Analisis Merkuri (Hg) dan Arsen (As) di Sedimen Sungai Ranoyapo Kecamatan Amurang Sulawesi Utara*. Jurnal MIPA Unsrat (online), [Ejournal.unsrat.ac.id](http://Ejournal.unsrat.ac.id).

- [9] Dinas Pertambangan dan Energi Kabupaten Minut, 2010, *Bahan Galian di Kabupaten Minahasa Utara*.
- [10] Ridwan, A., Suhandi, dan C. Putra, 2011, *Penelitian Bahan Galian Lain dan Mineral Ikutan pada Wilayah Pertambangan di Kabupaten Minahasa Utara, Provinsi Sulawesi Utara*, Prosiding Hasil Kegiatan Pusat Sumberdaya Geologi.
- [11] Lasut, M.T., 2009, *Akumulasi Merkuri (Hg) Dalam Kerang Laut Terebralia Sulcata Dan Faunus Ater (Gastropoda) Di Muara Sungai Talawaan Bajo Dan Kima Bajo, Kabupaten Minahasa Utara*, Jurnal Lasallian Vol. 6 No.2 Sept 2009.
- [12] .....2001, Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001, Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.
- [13] Balai Karantina Ikan Pengendalian Mutu dan Keamanan Hasil Perikanan (BKIPM-KHP), 2016. *Teknik Pengujian Parasit dan Bakteri pada Ikan, serta Logam Berat*.
- [14] ....., 1990. Peraturan Pemerintah RI nomor 20 tahun 1990, tentang Pengendalian Pencemaran Air.
- [15] Anonim, 2011. *Penilaian Kualitas Perairan*. [www.limnologi.lipi.go.id](http://www.limnologi.lipi.go.id), diakses 20 November 2017.
- [16] Suriawiria, U. 1996. *Mikrobiologi Air*. Edisi kedua. Bandung Press.
- [17] Wahyuni, S.,B. Damianto, A. Nadjam & I. Nurhayati, 2012. *Peran Serta Masyarakat dalam Meningkatkan Kualitas Lingkungan Daerah Aliran Sungai Ciliwung*, Poli-Teknologi Vol.11 No.1, Jan 2012.