

TESIS**ANALISIS PENCEMARAN LIMBAH PERTANIAN PADA
SUNGAITANGKA DENGAN MENGGUNAKAN *SOFTWARE*
*QUAL2KW***

*Analysis Of Agricultural Waste Water Pollution in The
TangkaRiver Using Qual2Kw Software*

**MIFTAHUL ARIFIN MAZHUD
D092221008**



**PROGRAM MAGISTER TEKNIK LINGKUNGAN
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDIN
GOWA
2024**



PENGAJUAN TESIS

ANALISIS PENCEMARAN LIMBAH PERTANIAN PADA SUNGAITANGKA DENGAN MENGGUNAKAN *SOFTWARE* *QUAL2KW*

Tesis
Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar Magister
Program Studi Teknik Lingkungan

Disusun dan diajukan oleh

ttd

MIFTAHUL ARIFIN MAZHUD
D092221008

Kepada

FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2024



TESIS**ANALISIS TINGKAT PENCEMARAN LIMBAH PERTANIAN
PADA SUNGAI TANGKA DENGAN MENGGUNAKAN
SOFTWARE QUAL2KW****MIFTAHUL ARIFIN MAZHUD
D092221008**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian Tesis yang dibentuk dalam rangka penyelesaian studi pada Program Magister Teknik Lingkungan Fakultas Teknik

Universitas Hasanuddin

Pada tanggal 31 Juli 2024

dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama



Dr. Ir. Achmad Zubair, M.Sc.
NIP. 195901161987021001

Pembimbing Pendamping



Dr. Ir. Roslinda Ibrahim, S.P., M.T.
NIP. 197506232015042001

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin



Prof. Dr. Eng. Ir. Muhammad Isran Ramli, S.T., M.T., IPM., AER
NIP. 197309262000121002

Ketua Program Studi
S2 Teknik Lingkungan



Dr. Ir. Roslinda Ibrahim, S.P., M.T.
NIP. 197506232015042001



PERNYATAAN KEASLIAN TESIS DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Miftahul Arifin Mazhud
Nomor mahasiswa : D092221008
Program studi : Teknik Lingkungan

Dengan ini menyatakan bahwa, tesis berjudul "ANALISIS PENCEMARAN LIMBAH PERTANIAN SUNGAI TANGKA MENGGUNAKAN SOFTWARE QUAL2KW" adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing Dr. Roslinda Ibrahim, S.P., M.T. Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka tesis ini. Sebagian dari isi tesis ini telah dipublikasikan di Jurnal Nature Environmental Pollution Technology (NEPT) sebagai artikel dengan judul "Analysis Of Agricultural Waste Water Pollution in The Tangka River Using Qual2Kw Software".

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya berupa tesis ini kepada Universitas Hasanuddin.

Gowa, Agustus 2024

Yang menyatakan



Miftahul Arifin Mazhud



KATA PENGANTAR



Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillah puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT, atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tesis yang berjudul **“ANALISIS PENCEMARAN LIMBAH PERTANIAN PADA SUNGAI TANGKA DENGAN MENGGUNAKAN SOFTWARE QUAL2KW”** sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelas Magister Teknik pada Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Gowa. Salawat dan taslim senantiasa tercurah kepada Nabiullah Muhammad SAW bersama keluarga serta para sahabat Beliau yang merupakan sumber ilmu pengetahuan dan hikmah.

Dalam penyusunan tesis ini, penulis banyak mengalami hambatan, namun berkat bantuan dan motivasi dari berbagai pihak, akhirnya tesis ini dapat terselesaikan dengan baik. Dengan segala kerendahan hati dan rasa hormat, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada:

1. Ibu Dr. Roslinda Ibrahim, S.P., M.T., selaku Pembimbing sekaligus Ketua Prodi Pascasarjana Departemen Teknik Lingkungan Universitas Hasanuddin.
2. Ibu Eng. Ir. Muralia Hustim, S.T.,M.T., IPM. Ibu Dr. Eng. Asiyanthi T. Lando, S.T., M.T., selaku komisi tim penguji.
3. Rektor Universitas Hasanuddin, Dekan Fakultas Teknik, Ketua Departemen Teknik Lingkungan, Bapak/Ibu Dosen Departemen Teknik, serta seluruh Staf dan Karyawan Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang telah memfasilitasi selama menempuh program magister.
4. Ayahanda tercinta H. Marzuki, S.Pd, Ibunda tercinta Hj. Huduriah, S.Pd., MM



aku tersayang Amelia Mazhud, S.E dan suami, dan Fachri Mazhud, .M.Pd dan istri, Kurniah Mazhud, S.Pd dan suami, Nurfathana Mazhud, ., M.Pd dan suami, Yazirwan Mazhud, S.M dan istri, Nurfahyani Mazhud, dan suami beserta calon istri yang belum terlihat, Keluarga MAHIDE

tiada henti-hentinya memberikan perhatian, kasih sayang, dorongan, motivasi, dan iringan do'a yang tulus serta memberikan bantuan moril maupun materil sehingga penulis dapat menyelesaikan pendidikan di bangku kuliah. Terima kasih atas kasih sayang, doa, pengertian, dan bantuannya selama ini.

5. Sahabat yang telah meluangkan waktu untuk mendampingi proses pengambilan data maupun penyelesaian tesis ini.
6. Adik-Adik Teknik Lingkungan yang telah membantu selama penelitian berlangsung. Tesis ini disusun dengan segala kemampuan dan keterbatasan penulis, karena itu saran dan kritik konstruktif sangat diperlukan demi kesempurnaan penulisannya. Penulis menyadari bahwa tesis ini tidak luput dari kekurangan dan kelemahan, namun besar harapan kiranya dapat bermanfaat utamanya bagi penulis sendiri dan bagi pengembangan ilmu pengetahuan khususnya dalam bidang teknik lingkungan pada umumnya. Wassalamu Alaikum Wr. Wb.

Gowa, Juli 2024

Penulis,

(Miftahul Arifin Mazhud)



ABSTRAK

Miftahul Arifin Mazhud. *Analisis Pencemaran Limbah Pertanian Pada Sungai Tangka Menggunakan Software Qual2kw* (dibimbing oleh **Achmad Zubair** dan **Roslinda**).

Studi ini berfokus pada Sungai Tangka di Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan, Indonesia, menggunakan Qual2kw untuk mengembangkan model kualitas air untuk dinamika Total Fosfat dan Nitrogen Total. Membentang 16,8 km melalui Distrik Tombolo Pao dan lima desa, data kualitas air dikumpulkan di tujuh titik. Kegiatan pertanian berpotensi menyumbangkan residu polutan antropogenik ke sungai, sehingga berdampak pada kondisi air dan kehidupan akuatik. Distrik Tombolo Pao setiap tahunnya menggunakan sekitar 3,2 ton pestisida dan 9,7 ton pupuk kimia, sehingga menimbulkan risiko pencemaran terhadap sungai-sungai di sekitarnya. Penelitian ini menjelaskan secara kuantitatif pengukuran fisika dan kimia: laju aliran (8,17-49,00 m³/s), suhu (19,26-26,6 °C), nilai pH (7,42-7,91), kadar DO (6,42-9,16 mg/L), Total Fosfat (0,06-0,38), dan Nitrogen Total (0,83-3,38). Studi ini menggunakan Qual2Kw untuk menilai polusi limbah pertanian dan kapasitas muatan polutan. Hasil penelitian menunjukkan kualitas air Sungai Tangka saat ini baik dan tidak tercemar berdasarkan analisis dan pemodelan. Data pencemaran di Sungai Tangka menunjukkan pola yang kompleks dan bervariasi untuk parameter Total Fosfat dan Total Nitrogen. Konsentrasi Total Fosfat menunjukkan tren peningkatan dari hulu ke hilir, dengan nilai terendah 0,06 mg/L di titik 1 dan tertinggi 0,32 mg/L di titik 7. Peningkatan signifikan terlihat antara titik 2 dan 3, mengindikasikan kemungkinan adanya sumber pencemaran fosfat yang substansial di area tersebut. Sementara itu, Total Nitrogen menunjukkan fluktuasi yang lebih kompleks, dengan konsentrasi tertinggi 3,38 mg/L di titik 2 dan terendah 0,63 mg/L di titik 5. Daya tampung beban pencemar Sungai Tangka pada parameter Total Fosfat diperoleh titik 1 666 kg/hari; titik 2 1.896 kg/hari; titik 3 1.542 kg/hari; titik 4 1.793 kg/hari; titik 5 1.506 kg/hari; titik 6 1.847 kg/hari dan titik 7 2.879 kg/hari dan untuk parameter Total Nitrogen diperoleh titik 1 16.080 kg/hari; titik 2 144.350 kg/hari; titik 3 48.838 kg/hari; titik 4 69.600 kg/hari; titik 5 50.974 kg/hari; titik 6 57.441 kg/hari dan titik 7 98.084 kg/hari

Kata Kunci: Model kualitas air, Qualkw, Total Fosfat, Total Nitrogen



ABSTRACT

Miftahul Arifin Mazhud. Analysis of Agricultural Waste Pollution in the Tangka River Using Qual2kw Software (supervised by Achmad Zubair and Roslinda).

This study focuses on the Tangka River in Gowa Regency, South Sulawesi, Indonesia, using Qual2kw to develop a water quality model for the dynamics of Total Phosphate and Total Nitrogen. Stretching 16.8 km through Tombolo Pao District and five villages, water quality data were collected at seven points. Agricultural activities potentially contribute anthropogenic pollutant residues to the river, affecting water conditions and aquatic life. Tombolo Pao District annually uses approximately 3.2 tons of pesticides and 9.7 tons of chemical fertilizers, posing a risk of pollution to nearby rivers. This study quantitatively describes physical and chemical measurements: flow rate (8.17-49.00 m³/s), temperature (19.26-26.6 °C), pH value (7.42-7.91), DO levels (6.42-9.16 mg/L), Total Phosphate (0.06-0.38 mg/L), and Total Nitrogen (0.83-3.38 mg/L). The study uses Qual2Kw to assess agricultural waste pollution and pollutant load capacity. The results show that the current water quality of the Tangka River is good and not polluted based on analysis and modeling. Pollution data in the Tangka River indicate a complex and varied pattern for Total Phosphate and Total Nitrogen parameters. Total Phosphate concentrations show an increasing trend from upstream to downstream, with the lowest value of 0.06 mg/L at point 1 and the highest value of 0.32 mg/L at point 7. A significant increase is observed between points 2 and 3, indicating a substantial source of phosphate pollution in that area. Meanwhile, Total Nitrogen shows more complex fluctuations, with the highest concentration of 3.38 mg/L at point 2 and the lowest concentration of 0.63 mg/L at point 5. The pollutant load capacity of the Tangka River for Total Phosphate parameters is 666 kg/day at point 1; 1,896 kg/day at point 2; 1,542 kg/day at point 3; 1,793 kg/day at point 4; 1,506 kg/day at point 5; 1,847 kg/day at point 6; and 2,879 kg/day at point 7. For Total Nitrogen parameters, the pollutant load capacity is 16,080 kg/day at point 1; 144,350 kg/day at point 2; 48,838 kg/day at point 3; 69,600 kg/day at point 4; 50,974 kg/day at point 5; 57,441 kg/day at point 6; and 98,084 kg/day at point 7.

Keywords: Water quality model, Qualkw, Total Phosphate, Total Nitrogen



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PENGAJUAN TESIS	ii
PERSETUJUAN TESIS	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
 BAB I	
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Permasalahan.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Ruang Lingkup.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
 BAB II	
TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Sungai.....	5
2.2 Kualitas Air Sungai.....	7
2.3 Sumber tertentu (<i>Point Sources</i>).....	9
2.4 Sumber tak tentu (<i>Diffuse Source</i>).....	10
2.5 Daya Tampung.....	10
2.6 Model QUAL2KW.....	10
2.7 Pencemaran Lingkungan.....	12
2.8 Limbah Pertanian.....	14
2.9 Pestisida.....	15
Pupuk.....	24
Parameter Total Nitrogen.....	30
Keadaan Umum Wilayah.....	31



2.13	Kerangka Pikir Penelitian	33
2.14	Matriks Penelitian Terdahulu	34
BAB III		40
METODE PENELITIAN		40
3.1	Rancangan Penelitian	40
3.2	Matriks Penelitian.....	40
3.3	Waktu dan Lokasi Penelitian	42
3.4	Alat dan Bahan	43
3.5	Populasi dan Sampel.....	44
3.6	Teknik Pengumpulan Data	44
3.7	Pelaksanaan Penelitian	44
3.8	Diagram alir penelitian	51
BAB IV		
HASIL DAN PEMBAHASAN		
4.1	Gambaran Umum Lokasi Penelitian.....	53
4.2	Kondisi Hidrolik Sungai Tangka	54
4.3	Kondisi Kualitas Air Sungai Tangka	56
4.4	Analisa Indeks Pencemar Sungai Tangka.....	63
4.5	Pemodelan Kualitas Air menggunakan Qual2kw	68
4.6	Daya tampung beban pencemar Sungai Tangka dengan menggunakan program Qual2Kw.....	86
4.7	Upaya Penurunan Total Fosfat dan Total Nitrogen Pada Sungai	89
BAB V		
KESIMPULAN DAN SARAN		
5.1	Kesimpulan.....	92
5.2	Saran	92
DAFTAR PUSTAKA		93



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Penggunaan pestisida -----	16
Gambar 2. Prilaku pestisida di tanah -----	20
Gambar 3. Penggunaan pupuk -----	24
Gambar 4. Pupuk alam -----	28
Gambar 5. Kerangka Penelitian -----	34
Gambar 6. Peta Titik Pengambilan Air Sungai -----	41
Gambar 7. Peta Lokasi Penelitian -----	42
Gambar 8. Pengambilam air sungai -----	46
Gambar 9. <i>Vandorn Water Sampler</i> -----	47
Gambar 10. Pengukuran lebar sungai -----	47
Gambar 11. Diagram Alir Penelitian -----	52
Gambar 12. Grafik Debit Sungai Tangka -----	55
Gambar 13. Grafik temperatur Sungai Tangka -----	57
Gambar 14. Grafik Ph Sungai Tangka -----	59
Gambar 15. Grafik DO Sungai Tangka -----	60
Gambar 16. Grafik Fosfat Sungai Tangka -----	61
Gambar 17. Grafik Nitrogen Sungai Tangka -----	62
Gambar 18. Hasil kalibrasi data debit Sungai Tangka -----	69
Gambar 19. Hasil kalibrasi data Fosfat Sungai Tangka -----	70
Gambar 20. Hasil kalibrasi data nitrogen Sungai Tangka -----	71
Gambar 21. Hasil simulasi 1 parameter DO -----	75
Gambar 22. Perbandingan parameter DO sebelum dan sesudah simulasi 1 -----	75
 23. Hasil Simulasi 2 parameter Fosfat -----	76
24. Hasil Simulasi 2 parameter Nitrogen -----	77
25. Perbandingan Fosfat sebelum dan sesudah simulasi 2 -----	78



Gambar 26. Perbandingan Nitrogen sebelum dan sesudah simulasi 2-----	78
Gambar 27 Prediksi total fosfat 5 tahun kedepan pada titik sampel 1 -----	79
Gambar 28 Prediksi total nitrogen 5 tahun kedepan pada titik sampel 1 -----	80
Gambar 29 Prediksi total fosfat 5 tahun kedepan pada titik sampel 2 -----	80
Gambar 30 Prediksi total nitrogen 5 tahun kedepan pada titik sampel 2 -----	81
Gambar 31 Prediksi total fosfat 5 tahun kedepan pada titik sampel 3 -----	81
Gambar 32 Prediksi total nitrogen 5 tahun kedepan pada titik sampel 3 -----	82
Gambar 33 Prediksi total fosfat 5 tahun kedepan pada titik sampel 4 -----	82
Gambar 34 Prediksi total nitrogen 5 tahun kedepan pada titik sampel 4 -----	83
Gambar 35 Prediksi total fosfat 5 tahun kedepan pada titik sampel 5 -----	83
Gambar 36 Prediksi total nitrogen 5 tahun kedepan pada titik sampel 5 -----	84
Gambar 37 Prediksi total fosfat 5 tahun kedepan pada titik sampel 6 -----	84
Gambar 38 Prediksi total nitrogen 5 tahun kedepan pada titik sampel 6 -----	85
Gambar 39 Prediksi total fosfat 5 tahun kedepan pada titik sampel 7 -----	85
Gambar 40 Prediksi total nitrogen 5 tahun kedepan pada titik sampel 7 -----	86



DAFTAR TABEL

Tabel 1 Penelitian Terdahulu	35
Tabel 2 Matriks Penelitian	41
Tabel 3 Titik Koordinat Pengambilan Sampel	43
Tabel 4 Status Mutu Indeks Pencemar	44
Tabel 5 <i>Worksheet</i> Qual2kw	48
Tabel 6 Data Hidrolik Sungai Tangka.....	55
Tabel 7 Data Slope Sungai Tangka	56
Tabel 8 Temperatur air Sungai Tangka	57
Tabel 9 Hasil pengukuran pH.....	58
Tabel 10 Hasil pengukuran DO.....	59
Tabel 11 Hasil pengukuran Total Fosfat	61
Tabel 12 Hasil pengukuran Total Nitrogen	62
Tabel 13 Hasil Analisa Indeks Pencemaran Sungai Titik Sampel 1	63
Tabel 14 Hasil Analisa Indeks Pencemaran Sungai Titik Sampel 2	64
Tabel 15 Hasil Analisa Indeks Pencemaran Sungai Titik Sampel 3	64
Tabel 16 Hasil Analisa Indeks Pencemaran Sungai Titik Sampel 4	65
Tabel 17 Hasil Analisa Indeks Pencemaran Sungai Titik Sampel 5	66
Tabel 18 Hasil Analisa Indeks Pencemaran Sungai Titik Sampel 6	67
Tabel 19 Hasil Analisa Indeks Pencemaran Sungai Titik Sampel 7	68
Tabel 20 Hasil Validasi data Debit dengan RSMPE.....	72
Tabel 21 Hasil Validasi data Fosfat dengan RSMPE.....	72
Tabel 22 Hasil Validasi data Nitrogen dengan RSMPE.....	73
Tabel 23 Hasil Validasi data debit Chi Square.....	73
Tabel 24 Hasil Validasi data Fosfat Chi Square.....	74
Tabel 25 Hasil Validasi data Nitrogen Chi Square	74
 Hasil Perhitungan Beban Pencemar Maksimum dan Aktual Total Fosfat	87
 Hasil Perhitungan Beban Pencemar Maksimum dan Aktual Total Nitrogen....	87
 Hasil Perhitungan DTBP Total Total Fosfat dan Nitrogen	88

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan salah satu sumber daya alam yang menjadi sumber kehidupan bagi seluruh makhluk hidup yang ada di bumi ini, tak ada yang bisa menyangkal, bahwa air merupakan elemen penting dalam kehidupan manusia, tidak saja untuk dikonsumsi, kebutuhan akan air juga menopang banyak aktivitas manusia. Menurut Kodoatie, (2005) “Air merupakan material yang membuat kehidupan terjadi di bumi”.

Air sungai merupakan salah satu sumber daya alam yang sangat vital bagi pemenuhan kebutuhan hidup manusia sehingga kualitas airnya harus tetap terjaga. Menurut Widiyanto (2001) sungai yang melintasi pedesaan sangat berperan penting bagi manusia yang bermukim di tepi sungai sebab sungai memenuhi beberapa keperluan manusia mulai dari kebutuhan air bersih untuk memasak, minum, mandi dan mencuci. Namun pada kenyataannya sebagian besar air bekas kegiatan manusia dibuang ke sistem perairan tanpa melalui proses pengolahan limbah sama sekali terlebih dahulu, hal ini menyebabkan penurunan kualitas air sungai. Oleh karena itu pengelolaan sungai tidak bisa dipisahkan dari pengelolaan kegiatan manusia di daratan.

Sungai mempunyai peranan yang sangat penting bagi masyarakat. Berbagai aktivitas manusia seperti pembuangan limbah industri, limbah pertanian dan rumah tangga menyebabkan menurunnya kualitas air sungai. Penambahan bahan buangan dalam jumlah besar dari bagian hulu hingga hilir yang terjadi terus menerus akan mengakibatkan sungai tidak mampu lagi melakukan pemulihan. Pada akhirnya terjadilah gangguan keseimbangan terhadap konsentrasi kimia, fisika dan biologi dalam sungai (Sri, 2010).

Perkembangan penduduk dan kegiatan manusia merupakan salah satu faktor pemicu pencemaran sungai. Salah satunya adalah Sungai Tangka yang merupakan sebuah sungai yang berada di Provinsi Sulawesi Selatan. Sungai ini berhulu di Pegunungan Tinggimoncong Lompobattang tepatnya di Gunung



Bawakaraeng. Aktivitas pertanian di sekitar aliran Sungai Tangka berpotensi memberikan residu pencemar pada aliransungai dan dapat bersifat antropogenik. Perubahan kualitas pada perairan Sungai Tangka akan mempengaruhi kondisi perairan dan organisme yang ada di dalamnya. Dalam keadaan ini Kecamatan Tombolo Pao merupakan daerah penghasil sayuran dan hasil pertanian yang cukup besar. Hal ini sejalan dengan tingginya aktivitas pertanian di daerah tersebut. Aktivitas pertanian dikawasanTombolo Pao berpotensi memberikan buangan yang mengarah ke aliran SungaiTangka yang dapat mempengaruhi kualitas air sungai.

Kondisi sekarang, pemanfaatan pestisida di kecamatan Tombolo Pao di perkirakan sekitar $\pm 3,2$ ton pertahun dan pupuk kimia sekitar $\pm 9,7$ ton per tahunnya, penggunaan pestisida dan pupuk ini berpotensi terjadinya pencemaran pada sungai yang berada disekitarnya. Penggunaan umum digunakan dalam usaha mempertahankan hasil pertanian. Penggunaan pestisida yan bertujuan untuk memperoleh hasil pertanian yang dapat mendukung kegiatan ekonomi namun hal tersebut justru dapat membawakerugian secara ekologis.

Masalah pencemaran lingkungan merupakan masalah yang perlu diperhatikan oleh setiap individu. Kini semakin banyak orang-orang yang menggunakan produk berbahan kimia yang dapat menyebabkan pencemaran lingkungan dan membahayakan kesehatan manusia. Pencemaran lingkungan yang berasal dari bahan-bahan kimia dapat mengakibatkan dampak yang burukbagi setiap makhluk hidup dan menyebabkan terganggunya keseimbangan lingkungan atau ekosistem dan biota yang ada. Salah satunya adalah maraknyapenggunaan pestisida dan pupuk kimia secara berlebihan dalam pertanian. Penggunaan pestisida dan pupuk kimia dalam pertanian bertujuan untuk membasmi organisme yang mengganggu tanaman pertanian dengan efektif dancepat. Namun sayangnya justru dapat membahayakan lingkungan dan kesehatan, memicu munculnya berbagai penyakit pada makhluk hidup terutama manusia.

Lahan pertanian atau perkebunan sayur dirancang sedemikian rupa untuk memenuhi kebutuhan yang dapat menyokong kesejahtraan pada lahan pertanian.



nya dengan menyediakan saluran irigasi untuk menyokong kebutuhan air un pertanian dan drainase untuk mencegahgenangan air yang berlebihan at memberikan dampak buruk bagi tanaman. Namun hal ini secara tidak

langsung menjadi penyebab atau jalan terjadinya pencemaran pada ekosistem perairan. Lahan pertanian yang tidak pernah lepas dari penggunaan pupuk dan pestisida menjadi ancaman bagi ekosistem perairan. Hal ini dapat terjadi melalui pencucian residu pestisida oleh air hujan pada aliran drainase atau sungai kecil sehingga menyebabkan kontaminasi air. Penggunaan pestisida yang terlalu dekat dengan perairan tanpa adanya tindakan perlindungan juga dapat menimbulkan resiko pencemaran (Muslimah, 2015).

Daerah aliran Sungai Tangka melewati beberapa wilayah salah satunya Tombolopao Kabupaten Gowa yang merupakan salah satu wilayah penghasil sayuran dan daerah pertanian yang subur. Kawasan pertanian pada daerah aliran Sungai Tangka tidak lepas dari penggunaan pestisida dan pupuk untuk menunjang kebutuhan akan hasil panen yang maksimal. Namun, hal ini akan memberikan dampak bagi ekosistem salah satunya ekosistem perairan yakni Sungai Tangka yang tidak hanya dimanfaatkan pada lahan pertanian tetapi jugamenjadi sumber air yang dikonsumsi oleh masyarakat.

Sungai memiliki kemampuan dalam memurnikan diri dari berbagai bahan pencemar, akan tetapi jika limbah pencemar dalam jumlah yang berlebihan atau secara kumulatif dari waktu ke waktu akan dikhawatirkan melampaui dayatampung dari Sungai. Berdasarkan hal tersebut maka perlu dilakukan penelitian yang bertujuan untuk mengkaji pencemaran residu pestisida dan pupuk kimia pada kualitas air dengan menggunakan program Qual2Kw serta daya tampung beban pencemar Sungai Tangka.

1.2 Rumusan Permasalahan

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini adalah :

1. Bagaimana kualitas air pada Sungai Tangka menggunakan program Qual2Kw?
2. Bagaimana daya tampung beban pencemar Sungai Tangka?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dilakukannya dari penelitian ini adalah :



analisis kualitas air pada Sungai Tangka menggunakan program
2Kw
analisis daya tampung beban pencemar Sungai Tangka

1.4 Ruang Lingkup

Untuk mengarahkan penelitian, maka diberikan batasan agar dapat lebih fokus dan terarah pada suatu batasan tertentu. Adapun batasan masalah dalam studi ini adalah:

1. Penelitian ini menggunakan sampel utama berupa air dan dilaksanakan dalam skala laboratorium di Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin dan Laboratorium Balai Besar Standarisasi dan Pelayanan Jasa Industri Hasil Perkebunan, Mineral Logam dan Maritim.
2. Pengambilan sampel dilakukan di sungai yang berada disekitar daerah pertanian Kecamatan Tombolo Pao Kabupaten Gowa Sulawesi Selatan.
3. Pengambilan sampel untuk uji kualitas air dilakukan pada Sungai Tangka yaitu berdasarkan SNI 6989.57 : 2008 tentang metode pengambilan contoh air permukaan. Sampel diambil pada bagian 1/3 dan 2/3 lebar Sungai pada kedalaman 0,5 kali kedalaman dari permukaan.
4. Analisis pencemaran limbah pertanian dibatasi meliputi penggunaan pestisida dan pupuk (Total Fosfat dan Total Nitrogen) disesuaikan dengan parameter yang ada pada baku mutu Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang didapatkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menjadi referensi dalam mengkaji tingkat pencemaran dan kualitas Sungai Tangka
2. Memberikan alternatif kepada pemerintah dalam pengelolaan air Sungai khususnya Sungai Tangka.
3. Penelitian ini diharapkan dapat memperoleh data dengan hasil yang valid yang dapat digunakan sebagai bukti yang otentik dan objektif validasi metode dengan parameter yang telah terpenuhi.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sungai

Sungai adalah aliran air yang berasal dari hulu menuju ke hilir dan akan bermuara pada lautan. Menjadi sumber penghidupan manusia dan habitat bagi beragam makhluk hidup atau organisme akuatik yang hidup di dalam dan disekitarnya. Sungai menjadi salah satu komponen yang mendukung banyak sektor kehidupan dan keperluan manusia. Salah satunya yakni sektor pertanian, pembangkit listrik, sumber mineral serta untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. (Barus, 2004). Berdasarkan PP RI No. 35 Tahun 1991 tentang sungai. Dimana sungai merupakan tempat-tempat atau wadah serta menjadi jaringan yang mengalirkan air mulai dari hulu sampai ke hilir dan bermuara di lautan dengan dibatasi pada sisi kanan dan kirinya yang sepanjang alirannya membentuk garis yang sepanjang Sungai adalah sumber air yang paling utama dan menjadi pemasok paling penting untuk kehidupan beragam makhluk hidup. Sungai telah menjadi perairan dengan system terbuka sesuai dengan kondisi ekosistem yang ada disekitarnya. Sungai menjadi badan yang kontinum yang artinya keadaan bagian hulu akan mempengaruhi keadaan pada bagian hilir. Sehingga adanya perubahan yang terjadi pada sungai dapat disebabkan adanya aktivitas yang terjadi pada bagian hulu (Pangastuti et al, 2022).

Sungai terbagi menjadi 3 bagian yakni, bagian hulu, bagian tengah dan bagian hilir. Selain itu secara biogeofisik ketiga bagian sungai dapat dicirikan pada bagian hulu memiliki drainase yang lebih tinggi, serta keadaan lereng yang miring atau lebih dari 15%. Pada bagian hilir biasanya memiliki kerapatan drainase yang cenderung lebih kecil serta memiliki tingkat kemiringan lereng sekitar 8% serta pada bagian tengah yang merupakan daerah transisi dari kedua bagian yang lain yang berbeda dari hulu ke hilir. (Schmidt et al, 2020)



Sungai memiliki beragam fungsi yang menjadi inti bagi kehidupan serta merupakan saluran air yang curah hujan yang berasal dari air permukaan serta mengalirkannya ke laut. Maka dari itu, sungai menjadi wadah yang menampung serta mengalirkan air dari DAS menuju ke tempat yang lebih rendah hingga bermuara

kelaut. DAS merupakan system yang dapat merubah curah hujan menjadi debit padapelepasannya menjadi suatu sisem yang lebih kompleks (Pangestu, et al, 2017).

Panjang suatu sungai merupakan panjang yang dapat diukur sepanjang aliran sungai dari titik yang ditinjau hingga ke muara. Sungai utama merupakan sungai yang besar dan terletak pada daerah tangkapan serta membawa aliran sampai di muara sungai. Pengukuran panjang sungai dan panjang DAS adalah penting dalam analisis aliran limpasan dan debit aliran sungai. Panjang DAS adalah panjang maksimum sepanjang sungai utama dari stasiun yang ditinjau (muara) ke titik terjauh dari batas DAS (Triatmodjo, 2010).

Daerah aliran sungai atau sering disebut DAS menjadi bagian umum dari perairan serta merupakan wilayah dataran yang menjadi penampung air hujan yang kemudian mengalirkannya sampai ke hulu. Pada sungai terjadi pencampuran pada massa air yang terjadi secara menyeluruh serta tidak ada stratifikasi vertical kolom yang terbentuk seperti pada kolam lentik.beragam fenomena yang umum terjadi pada aliran sungai seperti halnya erosi dan sedimentasi serta kecepatan arus yang dapat mempengaruhi kehidupan flora maupun fauna yang terdapat pada sungai. Komponen lain seperti intensitas Cahaya serta perbedaan suhu air akan menjadi factor yang berpera dalam perairan lentik berbeda dengan perairan lotik dimana ketiga variable tersebut sangat berperan (Asdak, 2010).

Potensi-potensi dan kegunaan yang dapat diambil dari sebuah sungai meliputi :

- a. Air sungai salah satu penggunaannya merupakan kebutuhan makhluk hidup untuk kelangsungan hidup dan sebgaia penunjang produksi pangan.
- b. Aliran sungai dapat menghasilkan energi, pembersih pencemaran maupun memberikan fasilitas rekreasi.
- c. Alur sungai dapat digunakan sebagai jalur transportasi dan unsur pertahanan,keamanan terutama dimasa lalu
- d. Sedimen sungai dapat dipakai sebagai bahan bangunan, membentuk maupun menyuburkan lahan.



ah, delta dapat dikembangkan sebagai areal pemukiman pertanian dan ri.

gai menjadi penyedia air yang memiliki beragam manfaat bagi manusia. anyanya pada sektor pertanian, perindustrian serta kegiatan sehari-hari atau

kebutuhan rumah tangga. Sungai memberikan manfaat bagi makhluk hidup yang hidup di dalamnya. Adanya peningkatan jumlah penduduk dari ke waktu serta rendahnya kondisi ekonomi memaksa penduduk untuk bermukim dan melakukan beragam aktivitas pada aliran sungai atau DAS. Masyarakat yang hidup bermukim pada daerah aliran sungai menggantungkan hidupnya serta memanfaatkan sungai untuk keperluan sehari-hari. Tingginya kepadatan serta aktivitas yang terjadi sepanjang aliran sungai atau DAS mengakibatkan timbulnya peningkatan tingkat pencemaran pada limbah. Selain bahan pencemar, perubahan cuaca dan tata guna lahan turut mempengaruhi kualitas air sungai dan beban pencemaran (Rejekiuningrum, 2014; Shi dkk., 2017; Aziza dkk., 2018).

Peningkatan jumlah penduduk dan perkembangan suatu kota berakibat pula pada pola perubahan konsumsi masyarakat yang cukup tinggi dari tahun ke tahun, dengan luas lahan yang tetap akan mengakibatkan tekanan terhadap lingkungan semakin berat. Aktivitas manusia dalam memenuhi kebutuhan hidupnya yang berasal dari pertanian, industri dan kegiatan rumah tangga akan menghasilkan limbah yang memberi sumbangan pada penurunan kualitas air sungai

Sungai Tangka adalah salah satu DAS yang mencakup 3 kabupaten yaitu, Kabupaten Bone, Kabupaten Gowa dan Kabupaten Sinjai yang mempunyai luas $\pm 47.504,86$ km³. DAS tangka telah menopang beberapa sector dalam kehidupan masyarakat sepanjang aliran sungai. Baik dalam sektor pertanian maupun digunakan dalam kehidupan sehari-hari dan menjadi sumber air yang dikonsumsi oleh masyarakat. Selain itu, juga dimanfaatkan sebagai salah satu PLTMH (Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hydro)(Arsyad, 2018). Daerah aliran Sungai (DAS) Tangka merupakan sumber utama air PDAM Kota Sinjai. Hal demikian sehingga diperlukan adanya sumber air yang terjaga kebersihannya untuk tetap menyuplai PDAM pada saat musim kemarau (PSDA, 2019).

2.2 Kualitas Air Sungai

Kualitas air adalah komponen yang amat sangat penting bagi lingkungan serta adikan sebagai parameter kondisi aliran sungai. Hal ini sejalan dengan enduduk yang kian meningkat menjadikan semakin tinggi pula aktivitas at serta beberapa kegiatan industri yang dapat menyebabkan terjadinya



perubahan fungsi fisik pada lingkungan dan ekosistem. Hal ini dapat memberikan dampak yang negative pada sumber daya air yang dapat menyebabkan semakin tingginya kerusakan pada daya air.

Adanya degradasi pada aliran sungai dapat memberikan dampak terhadap kegiatan tata guna lahan dan ekosistem yang ada di dalamnya. Degradasi pemanfaatan fungsi sungai yang dalam keadaan tercemar akan setara dengan keadaan kelangkaan air. Turunnya kualitas perairan akan berpengaruh terhadap kelestarian sumber daya air yang digunakan untuk aktivitas yang bermanfaat. Terjadinya penurunan kualitas suatu perairan dapat ditandai dengan terjadinya penurunan pada beberapa parameter kualitas air seperti parameter kimia dan fisika. Terjadinya penurunan kualitas pada parameter lingkungan menandakan bahwa pada aliran sungai mengalami pencemaran. Sumber yang dapat menjadi penyebab turunnya kualitas air dapat disebabkan oleh limbah rumah tangga, pestisida, kotoran manusia (tinja) serta sampah yang dibuang ke aliran sungai (Setyowati, 2015).

Daerah Aliran Sungai sama dengan istilah dalam bahasa Inggris *DrainaseoBasin*, *Drainase Area*, atau *River Basin*. Sehingga batas DAS merupakan garis bayangan sepanjang punggung gunung atau tebing bukit memisahkan sistem aliran yang satu dengan yang lainnya. Dari pengertian tersebut, suatu DAS terdiri dari dua bagian utama yaitu *catchment area* yang merupakan daerah hulu dan daerah persebaran air yang berada di bawah *catchment area*. Kontribusi curah hujan yang tinggi pada musim hujan dan perubahan tata guna lahan yang tinggi sebagai faktor pendukung disinyalir menjadi salah satu penyebab utama terjadinya banjir di sebagian besar sungai di Indonesia (Novitasari 2012).

Kualitas air pada dasarnya dapat dilakukan dengan pengujian untuk membuktikan apakah air itu layak dikonsumsi. Penetapan standar sebagai batas mutu minimal yang harus dipenuhi telah ditentukan oleh standar internasional, standar nasional, maupun standar perusahaan. Di dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 tentang kualitas dan pengendalian pencemaran air disebutkan bahwa mutu air telah diklasifikasikan menjadi 4 kelas,

engklasifikasiannya terdiri dari:

s satu, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air baku air minum, k peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan



kegiatan tersebut. Kelas dua, air yang diperuntukannya dapat digunakan untuk prasarna/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanian, dan peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut. Kelas tiga, yang diperuntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertamanan, dan peruntukan lain yang persyaratan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut. Kelas empat, air yang diperuntukannya lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

Kualitas air dapat diketahui dengan melakukan pengujian tertentu terhadap air tersebut. Pengujian yang biasa dilakukan adalah uji kimia, fisik biologi atau uji kenampakan (bau dan warna). Kualitas air sungai dapat dinyatakan dengan beberapa parameter, yaitu parameter fisika (suhu, TDS, dan sebagainya), parameter kimia (pH, BOD, COD, dan sebagainya) dan parameter biologi.

Pencemaran air adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan/atau komponen lain ke dalam air oleh kegiatan manusia sehingga melampaui baku mutu air limbah yang telah ditetapkan. Pengendalian pencemaran air adalah upaya pencegahan dan penanggulangan pencemaran air serta pemulihan kualitas air untuk menjamin kualitas air agar sesuai dengan baku mutu air. Kegiatan pengendalian dilakukan melalui inventarisasi sumber pencemaran air (Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 1 Tahun 2010). Sumber pencemaran air dibagi menjadi sumber tertentu dan sumber tak tentu.

2.3 Sumber tertentu (*Point Sources*)

Sumber-sumber pencemar air secara geografis dapat ditentukan lokasinya dengan tepat. Jumlah limbah yang dibuang dapat ditentukan dengan berbagai cara, antara lain dengan pengukuran langsung, perhitungan neraca massa, dan estimasi lainnya. Sumber pencemar air yang berasal dari sumber tertentu antara lain seperti kegiatan industri dan pembuangan limbah domestik terpadu. Data pencemaran air dari sumber tertentu biasanya diperoleh dari informasi yang dikumpulkan dan pada tingkat kegiatan melalui pengukuran langsung dari efluen dan lainnya atau melalui penggunaan metode untuk memperkirakan atau mengestimasi besarnya pencemaran air. Data yang dibutuhkan untuk inventarisasi



sumber tertentu antara lain:

- a. Klasifikasi jenis penghasil limbah, seperti kategori jenis usaha atau kegiatan.
- b. Data pencemar spesifik yang dibuang, misalnya jumlah beban pencemar yang terukur atau perkiraan yang dibuang ke air dalam satuan massa per unit waktu.
- c. Informasi lokasi dan jenis pencemar khusus yang dibuang, misalnya jenis industri tertentu di suatu daerah menghasilkan beberapa jenis pencemar spesifik.

2.4 Sumber Tak Tentu (*Area/ Diffuse Sources*)

Sumber-sumber pencemar air yang tidak dapat ditentukan lokasinya secara tepat, umumnya terdiri dari sejumlah besar sumber-sumber individu yang relatif kecil. Limbah yang dihasilkan antara lain berasal dari kegiatan pertanian, permukiman, dan transportasi. Penentuan jumlah limbah yang dibuang tidak dapat ditentukan secara langsung, melainkan dengan menggunakan data statistik kegiatan yang menggambarkan aktivitas penghasil limbah. Sumber pencemar air tak tentu atau diffuse sources biasanya berasal dari kegiatan pertanian, peternakan, kegiatan industri kecil– menengah, dan kegiatan domestik atau penggunaan barang-barang konsumsi. Sumber-sumber pencemar air ini umumnya terdiri dari gabungan beberapa kegiatan kecil atau individual yang berpotensi menghasilkan air limbah yang dalam kegiatan inventarisasi sumber pencemar air tidak dapat dikelompokkan sebagai sumber tertentu.

2.5 Daya Tampung

Penetapan daya tampung beban pencemaran air dalam penelitian ini mengacu pada Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 110 Tahun 2003. Daya tampung beban pencemaran merupakan kemampuan air untuk menerima masukan beban pencemaran tanpa membuat air tercemar. Daya tampung dapat ditentukan dengan pemodelan sungai yang diperkenalkan oleh Streeter dan Phelps pada tahun 1925. Adapun pedoman teknis penerapan daya tampung pada sumber air sebagaimana diatur pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 01 Tahun 2010 tentang Tata Laksana Pengendalian Air.



lel QUAL2KW

ram peningkatan kualitas air perlu digunakan untuk membantu dalam tan kualitas badan air dan menjamin pembangunan berkelanjutan di

wilayah dimana badan air tersebut berada (Zhang dkk., 2012). Program Qual2Kw merupakan salah satu turunan dari program Qual2E. Program ini menjadi alat yang efektif sebagai perbandingan evaluasi dari program peningkatan kualitas air. Qual2Kw memodelkan kualitas air sungai yang berfungsi dalam mensimulasikan data dari beberapa skenario yang digunakan.

QUAL2K atau Q2K adalah model kualitas air yang merupakan versi terbaru dari model Qual2E (Fereidoon dan Khorasani, 2013). Model ini yang dapat mensimulasikan migrasi dan transformasi berbagai konstituen termasuk oksigen terlarut, kebutuhan oksigen biokimia (Zhang, dkk, 2012). Analisis menggunakan Qual2k merupakan pemodelan dengan mengutamakan tidak hanya komponen kinetik pencemar namun juga memperhatikan hidrolis data berupa kecepatan dan debit aliran sungai. Penyebaran parameter pencemar akan lebih mendeskripsikan kondisi di lapangan, apabila kecepatan dan debit aliran terkalibrasi (Bottino, dkk, 2011). Simulasi penyebaran pencemar dilakukan dengan menggunakan software model QUAL2k ini dengan penyelesaian menggunakan rumus numerik dan jenis model *steady state*.

Penggunaan program QUAL2Kw dapat mengestimasi nilai beban pencemaran pada tiap ruas sungai. Pemodelan dengan menggunakan software QUAL2Kw terlebih dahulu dilakukan pembagian ruas (reach), jarak dan batas sungai. Program QUAL2Kw ini juga mempresentasikan sebuah sungai berdasarkan dampak dari dua sumber yaitu yang berasal dari point sources dan non point sources (Irsanda, 2014). Menurut Hendriarianti (2015) QUAL2Kw berhubungan dengan model QUAL2K yang dikembangkan oleh Dr. Steven Chapra. QUAL2Kw terdiri dari beberapa proses dan pilihan yang tidak ada di QUAL2K. QUAL2Kw memiliki pembaruan dibawah ini:

1. Sediment *heat flux* aliran panas pada sedimen-air disimulasikan menggunakan formulasi hukum Fick menjadi perhitungan untuk konduksi antara air dan sedimen dan aliran hyporheic dan pertukaran panas
2. *Hyporheic respiration* pertukaran air antara kolom air permukaan dan zona rheic dan simulasi kualitas air pada pori-pori sedimen termasuk pilihan lasi pertumbuhan dan respirasi biofilm bakteri heterotropik pada zona rheic



3. *Automatic calibration* suatu algoritma umum termasuk juga untuk menentukan nilai optimum untuk rate kinetika parameter untuk mengoptimalkan kesesuaian observasi
4. Monte Carlo simulation Siap untuk menjalankan simulasi Monte Carlo dengan YASAIw add-in, juga tersedia dari Departemen Ekologi atau Crystall Ball termasuk juga contoh menggunakan YASAIw

2.7 Pencemaran Lingkungan

Pencemaran Lingkungan dalam Pasal 1 angka 1 UUPPLH adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan/ atau komponen lain ke dalam lingkungan hidup oleh kegiatan manusia sehingga melampaui baku mutu lingkungan hidup yang telah ditetapkan

Kamus Bahasa Indonesia, cemar dapat diartikan sebagai kotor, ternoda, sedangkan pencemaran adalah hal mencemarkan, yaitu menjadikan “sesuatu” cemar, kotor rusak dan lain-lain senada pula dengan kata polusi dan kontaminasi. Pencemaran adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energy, dan/atau komponen lain kedalam air atau udara atau pencemaran juga bisa berarti berubahnya tatanan komposisi air atau tanah oleh kegiatan manusia dan proses alam, sehingga kualitas air atau udara menjadi kurang atau tidak dapat berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya.

Adapun berdasarkan Pasal 1 angka 14 Undang-Undang RI No. 32 tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan lingkunganhidup memberi defenisi tentang pencemaran yaitu Pencemaran lingkungan hidup adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan/atau komponen lain ke dalam lingkungan hidup oleh kegiatan manusia sehingga melampaui baku mutu lingkungan hidup yang telah ditetapkan. menurut SK Menteri Kependudukan Lingkungan hidup No 02/MENKLH/1988, adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan/atau komponen lain ke dalam air, udara, dan atau berubahnya tatanan (komposisi) air atau udara oleh kegiatan manusia dan proses



ingga kualitas air atau udara kurang atau tidak berfungsi lagi sesuai peruntukannya. Menurut Daryanto pencemaran merupakan sebuah siklus ulu berputar dan saling mempengaruhi satu dengan yang lainnya. Pada

hakikatnya antara aktifitas manusia dan timbulnya pencemaran terdapat hubungan yang melingkar berbentuk siklus. Agar dapat hidup dengan baik manusia beradaptasi dengan lingkungannya dan untuk memenuhi kebutuhan hidupnya manusia mengembangkan teknologi. (Tinjauan Terhadap Pencemaran Lingkungan

Berdasarkan Perundang-undangan) oleh Ashabul Kahpi, h. 151. 25 pengembanganteknologi adalah bahan pencemar yang menyebabkan terjadinya pencemaran lingkungan. Pencemaran lingkungan ini merupakan stimulus agar manusia menyesuaikan diri terhadap lingkungan. Tiap pencemaran mempunyai derajat pencemaran tahap pencemaran yang berbeda yang didasarkan pada :

1. Konsentrasi zat pencemar
2. Waktu tercemarnya
3. Lamanya kontak antara bahan pencemar dengan lingkungan Menurut WHO, ditetapkan empat tahapan pencemaran :
 - a. Pencemaran tingkat pertama pencemaran yang tidak menimbulkan kerugian pada manusia, baik dari kadar zat pencemarannya maupun waktu kontaknya dengan lingkungan
 - b. Pencemaran tingkat dua pencemaran yang mulai menimbulkan iritasi ringan pada panca indera dan alat vegetative lainnya serta menimbulkan gangguan pada komponen ekosistem lainnya
 - c. Pencemaran tingkat tiga pencemaran yang sudah mengakibatkan reaksi pada faal tubuh dan menyebabkan sakit yang kronis
 - d. Pencemaran tingkat empat pencemaran yang menimbulkan dan mengakibatkan kematian dalam lingkungan karena kadar zat pencemar terlalu tinggi

Pada saat ini pencemaran terhadap lingkungan berlangsung diman-mana dengan laju yang sangat cepat. Sekarang ini beban pencemaran dalam lingkungan sudah semakin berat dengan masuknya limbah industri dari berbagai bahan kimia termasuk logam berat. Pencemaran lingkungan dapat di kategorikan menjadi :

- a. Pencemaran air adalah suatu perubahan keadaan di suatu tempat penampungan air seperti danau, sungai, lautan dan air tanah akibat aktivitas manusia. Danau, ai, lautan dan air tanah adalah bagian penting dalam siklus kehidupan isia dan merupakan salah satu bagian dari siklus hidrologi. Pemanfaatan sar danau, sungai, lautan dan air tanah adalah untuk irigasi pertanian,



bahan baku air minum, sebagai saluran pembuangan air hujan dan air limbah, bahkan sebenarnya berpotensi sebagai objek wisata. Akibat yang bisa ditimbulkan oleh pencemaran air ini, di antaranya dapat menyebabkan banjir, erosi, kekurangan sumber air bersih, dapat membuat sumber penyakit, tanah longsor, dapat merusak ekosistem sungai, dan bahkan memberikan kerugian bagi para nelayan dan petani tambak. Mengingat pentingnya air bagi kehidupan manusia pemerintah mengeluarkan Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan penendalian pencemaran air.

- b. Pencemaran udara Pencemaran udara adalah kehadiran satu atau lebih substansi fisik, kimia, atau biologi di atmosfer dalam jumlah yang dapat membahayakan kesehatan manusia, hewan, dan tumbuhan, mengganggu estetika dan kenyamanan, atau merusak properti.
- c. Pencemaran tanah adalah keadaan dimana bahan kimia buatan manusia masuk dan mengubah lingkungan tanah alami. Pencemaran ini biasanya terjadi karena: kebocoran limbah cair atau bahan kimia industri atau fasilitas komersial; penggunaan pestisida; masuknya air permukaan tanah tercemar ke dalam lapisan sub-permukaan, kecelakaan kendaraan pengangkut minyak, zat kimia, atau limbah; air limbah dari tempat penimbunan sampah serta limbah industri yang langsung dibuang ke tanah secara tidak memenuhi syarat (illegal dumping).

Berdasarkan pemaparan di atas dapat ditarik kesimpulan bahwa pencemaran lingkungan banyak disebabkan oleh tingkah laku manusia itu sendiri dalam bentuk individual maupun terorganisasi dalam bentuk industrialisasi yang dimana perbuatan yang dilakukan itu sangat berdampak negatif pada lingkungan hidup maupun masyarakat dan anak cucu kita yang akan datang

2.8 Limbah Pertanian

Limbah hasil pertanian adalah bahan yang merupakan buangan dari proses perlakuan atau pengolahan dalam memperoleh hasil utama dan hasil samping.



dalam materi pokok ini yang dimaksud dengan limbah meliputi juga hasil karena masih sulit memberi garis pemisah yang jelas antara limbah dan ping. Ada lagi pengertian lain yaitu limbah industri hasil pertanian adalah

produk suatu proses industri yang belum mempunyai nilai ekonomis, yang dibatasi oleh ruang dan waktu. Keduanya mempunyai pengertian yang sama sebab buangan berarti tidak/belum mempunyai nilai ekonomis.

Masalah-masalah limbah yang dihadapi sekarang ini adalah sebagai berikut:

1. Sikap masyarakat yang kurang menghargai limbah,
2. Belum semua limbah hasil pertanian dimanfaatkan secara maksimal,
3. Belum ada teknologi yang tepat dan mudah diterapkan di masyarakat,
4. Pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh limbah belum dapat diatasi,
5. Adanya tanggapan bahwa pemanfaatan limbah mengakibatkan nilai tambah yang relatif kecil.
6. Kurangnya usaha pemerintah untuk mendorong pengusaha dalam memanfaatkan limbah industri hasil pertanian.

Maka, sebagai jalan keluar untuk mengatasi masalah tersebut di atas dapat dilakukan beberapa usaha seperti:

1. Memasyarakatkan pemanfaatan limbah industri hasil pertanian,
2. Meningkatkan penelitian pemanfaatan limbah yang mencakup aspek sosio-teknno-ekonomi,
3. Meningkatkan penelitian penanggulangan pencemaran industri hasil pertanian,
4. Meningkatkan kuantitas dan kualitas industri pengolahan/pemanfaatan hasil pertanian,

Pengelolaan limbah pertanian yang baik sangat penting untuk menjaga lingkungan dan kesehatan masyarakat. Limbah ini bisa diolah dan dimanfaatkan kembali, misalnya dengan dijadikan kompos, pakan ternak, bahan bakar bioenergi, atau digunakan dalam produksi biogas. Pendekatan yang berkelanjutan dalam pengelolaan limbah pertanian dapat mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan dan meningkatkan efisiensi dalam sistem pertanian.

2.9 Pestisida

Pestisida berasal dari kata pest, yang berarti hama dan cida, yang berarti pembunuh, jadi pestisida adalah substansi kimia digunakan untuk membunuh atau



alihan berbagai hama. Pestisida mempunyai arti yang sangat luas, yang p sejumlah istilah lain yang lebih tepat, karena pestisida lebih banyak n dengan hama yang digolongkan kedalam senyawa racun yang

mempunyai nilai ekonomis dan diidentifikasi sebagai senyawa kimia yang dapat digunakan untuk mengendalikan, mencegah, menangkis, mengurangi jasad renik pengganggu.

Pestisida telah digunakan secara luas untuk meningkatkan produksi pertanian, perkebunan, dan memberantas vektor penyakit. Penggunaan pestisida untuk keperluan di atas terutama berjenis sintetik telah menimbulkan dilema. Pestisida sintetik di satu sisi sangat dibutuhkan dalam rangka meningkatkan produksi pangan untuk menunjang kebutuhan yang semakin meningkat (Priyanto, 2009). Namun penggunaan pestisida juga mengandung resiko karena sifat toksiknya pada manusia serta dampaknya terhadap lingkungan dan ekosistem (WHO, 2011).



Gambar 1 Penggunaan pestisida

Setiap hari ribuan petani dan para pekerja di sektor pertanian teracuni oleh pestisida dan setiap tahun diperkirakan jutaan orang yang terlibat di pertanian menderita keracunan akibat pestisida. Dalam beberapa kasus keracunan pestisida, petani dan para pekerja pertanian lainnya terpapar pestisida pada proses mencampur dan menyemprotkan pestisida

1. Pengertian pestisida

Secara umum pestisida diartikan sebagai suatu zat yang dapat bersifat racun, obat pertumbuhan/perkembangan, tingkah laku, perkembangbiakan, pengaruh hormon, penghambat makanan, membuat mandul, sebagai penolak dan aktivitas lainnya yang mempengaruhi OPT. Sedangkan *The United State Federal Environmental Pesticide Control Act*, Pestisida



adalah semua zat atau campuran zat yang khusus untuk memberantas atau mencegah gangguan serangga, binatang pengerat, nematoda, cendawan, gulma, virus, bakteri, jasad renik yang dianggap hama kecuali virus, bakteri atau jasad renik yang terdapat pada manusia dan binatang lainnya. Atau semua zat atau campuran zat yang digunakan sebagai pengatur pertumbuhan tanaman atau pengering tanaman.

Peraturan Menteri Pertanian Nomor : 07/PERMENTAN.140/2/2007 mendefinisikan bahwa pestisida adalah zat kimia atau bahan lain dan jasad renik serta virus yang digunakan untuk :

- a. Memberantas atau mencegah hama-hama tanaman, bagian-bagian tanaman atau hasil-hasil pertanian.
- b. Memberantas rerumputan.
- c. Mematikan daun dan mencegah pertumbuhan tanaman yang tidak diinginkan.
- d. Mengatur atau merangsang pertumbuhan tanaman atau bagian-bagian tanaman, tidak termasuk pupuk.
- e. Memberantas atau mencegah hama luar pada hewan-hewan piaraan dan ternak.
- f. Memberantas dan mencegah hama-hama air.
- g. Memberantas atau mencegah binatang-binatang dan jasad-jasad renik dalam rumah tangga, bangunan dan alat-alat pengangkutan

2. Toksisitas Pestisida

Toksisitas merupakan istilah dalam toksikologi yang didefinisikan sebagai kemampuan bahan kimia untuk menyebabkan kerusakan/injuri. Istilah toksisitas merupakan istilah kualitatif, terjadi atau tidak terjadinya kerusakan tergantung pada jumlah unsur kimia yang terabsorpsi. Sedangkan istilah bahaya (hazard) adalah kemungkinan kejadian kerusakan pada suatu situasi atau tempat tertentu; kondisi penggunaan dan kondisi paparan menjadi pertimbangan utama. Untuk menentukan bahaya, perlu diketahui dengan baik sifat bawaan toksisitas unsur dan besar paparan yang diterima individu. Manusia dapat dengan aman menggunakan unsur berpotensi

a. mentaati aturan yang dibuat guna meminimalkan absorpsi unsur tersebut. definisikan sebagai frekwensi kejadian yang diprediksi dari suatu efek k diinginkan akibat paparan berbagai bahan kimia atau fisik.



A. Kategori toksisitas

a. Kategori I

Kata-kata kuncinya ialah “Berbahaya Racun” dengan simbol tengkorak dengan gambar tulang bersilang dimuat pada label bagi semua jenis pestisida yang sangat beracun. Semua jenis pestisida yang tergolong dalam jenis ini mempunyai LD 50 yang aktif dengan kisaran antara 0-50 mg perkilogram berat badan.

b. Kategori II

Kata-kata kuncinya adalah “Awas Beracun” digunakan untuk senyawa pestisida yang mempunyai kelas toksisitas pertengahan, dengan daya racun LD50 oral yang akut mempunyai kisaran antara 50-500 mg per kg berat badan.

c. Kategori III

Kata-kata kuncinya adalah “Hati-Hati” yang termasuk dalam kategori ini ialah semua pestisida yang daya racunnya rendah dengan LD 50 akut melalui mulut berkisar antara 500-5000 mg per kg berat badan (Panut 2008).

3. Pengelompokan pestisida

Berdasarkan cara kerjanya pestisida dapat dikelompokkan menjadi dua jenis yakni sistematik dan non-sistematik. Pestisida jenis sistematik memiliki sifat yang sistematik. Khususnya pada insektisida dapat diserap oleh tanaman dan ditranslokasikan ke semua bagian tanaman dalam jumlah yang dapat mematikan hama yang memakan tanaman tersebut. Sedangkan pestisida yang bersifat non-sistematik akan dapat mematikan hama dengan cara merusak system saraf dari bagian tubuh yang terkena atau kontak dengan pestisida. Sedangkan berdasarkan struktur kimianya pestisida dapat dikelompokkan menjadi tiga, yaitu organoklorin, organofosforus dan karbamat (Rahayuningsih, 2009).

4. Proses degradasi pupuk dan pestisida

Pupuk kimia dapat bertahan di dalam tanah dipengaruhi oleh beberapa faktor. Antara lain jenis pupuk, kondisi lingkungan serta jenis tanah. Umumnya, sebagian besar pupuk dapat bertahan selama beberapa minggu hingga beberapa bulan lebih lama di dalam tanah. Pupuk organik atau pupuk kandang biasanya terurai lebih bandingkan dengan pupuk kimia karena memberikan pasokan unsur hara perlahan. Sedangkan pupuk kimia cenderung lebih cepat terurai sehingga memerlukan pengaplikasian yang lebih sering.



Penggunaan pestisida yang tidak bijaksana dapat memberikan dampak negatif bagi lingkungan dan kehidupan makhluk hidup. Pada lingkungan perairan dan tanah pestisida tidak terdegradasi akan tetapi berakumulasi. Pestisida merupakan zat yang sukar untuk hilang atau teregradasi sehingga memiliki potensi yang cukup besar untuk mencemari perairan dan lingkungan. Pestisida yang memasuki perairan dapat mencapai komponen terakhir yakni manusia dan rantai makanan. Pestisida yang disemprotkan di udara akan mengalami fotodekomposisi di udara. Pestisida mengalami perkolasi dan ikut terbang terbawa udara (Retno, 2006).

Pestisida memiliki dua perilaku di tanah yakni perpindahan massa dan proses peruraian. Proses perpindahan massa terdiri atas perpindahan massa antar fase (fase air dengan fase udara, fase air dengan fase tanah, fase tanah dengan fase udara dan fase masing-masing dengan makhluk hidup). Pada setiap fase juga terjadi proses perpindahan massa dan proses peruraian. Peristiwa peruraian mencakup peruraian secara abiotik, yaitu terdiri atas reaksi hidrolisis dan fotolisis dan peruraian secara biotik yaitu reaksi karena adanya aktivitas mikroorganisme.

Proses perpindahan massa dalam tanah jenuh air mencakup proses perpindahan massa secara adveksi, proses perpindahan secara difusi dan dispersi proses perpindahan massa antar fase air-tanah yaitu adsorpsi, absorpsi dan desorpsi serta proses perpindahan massa karena terambil oleh tanaman dan makhluk hidup lain (Rahayuningsih, 2009).

Pestisida oleh para ahli dikelompokkan untuk mempermudah pengenalannya. Pestisida dapat dikelompokkan berdasarkan jenis sasaran, bentuk fisik, bentuk formulasi, cara kerjanya, cara masuk, golongan senyawa, dan asal bahan aktifnya. Ditinjau dari jenis organisme yang menjadi sasaran penggunaan pestisida dapat dibedakan menjadi beberapa jenis antara lain:

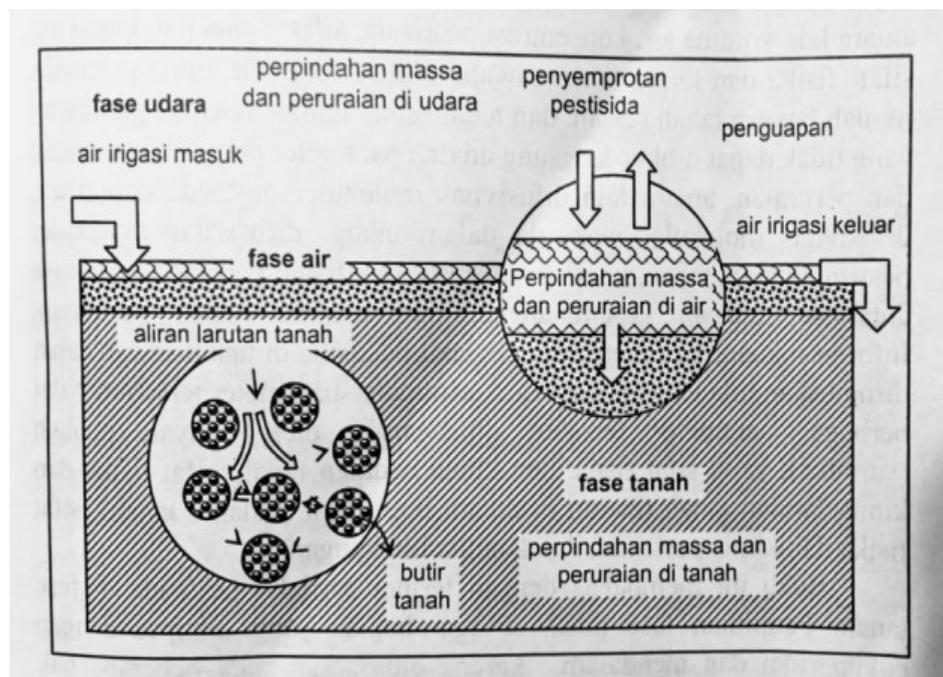
1. Insektisida adalah bahan yang mengandung senyawa kimia yang bisa mematikan semua jenis serangga.
2. Fungisida adalah bahan yang mengandung senyawa kimia beracun dan bisa digunakan untuk memberantas dan mencegah fungsi/cendawan.



but bakterisida karena senyawa ini mengandung bahan aktif beracun yang membunuh bakteri.

atisida, digunakan untuk mengendalikan nematoda.

5. Akarisida atau mitisida adalah bahan yang mengandung senyawa kimia yang digunakan untuk membunuh tungau, caplak dan laba-laba.
6. Rodentisida adalah bahan yang mengandung senyawa kimia beracun yang digunakan untuk mematikan berbagai jenis binatang pengerat, misalnya tikus.
7. Moluskisida adalah pestisida untuk membunuh moluska, yaitu : siput, bekicot serta tripisan yang banyak dijumpai di tambak.
8. Herbisida adalah senyawa kimia beracun yang dimanfaatkan untuk membunuh tumbuhan pengganggu yang disebut gulma.
9. Ovisida, berasal dari kata latin ovum berarti telur, berfungsi untuk merusak telur. Pedukulisida, berasal dari kata latin pedis, berarti kutu, tuma, berfungsi untuk membunuh kutu atau tuma.
10. Piscisida, berasal dari kata Yunani Piscis, berarti ikan, berfungsi untuk membunuh ikan.
11. Termisida, berasal dari kata Yunani termes, artinya serangga pelubang kayu berfungsi untuk membunuh rayap.



Gambar 2 Perilaku pestisida di tanah

Sumber : Edia Rahayuningsih

negatif penggunaan pestisida bagi kesehatan :

ra langsung dapat meyebabkan keracunan, muntah- muntah dan kematian

ra tidak langsung karsinogenesis, teratogenesis dan efek rangsang saraf.



Efek terhadap lingkungan mengganggu ekosistem pertanian, pemukiman, peternakan :

1. Sebagai bahan yg mencemari
2. Meracuni biota di ekosistem perairan
3. Perbesaran biologi (biological magnification)

Secara garis besar ada tiga faktor yang menentukan kehadiran masalah pestisida ini, yaitu:

- 1) Penggunaan pestisida secara berkesinambungan. Penggunaan yang demikian ini akan mengakibatkan beberapa spesies hama secara berangsur akan menjadi semakin toleran terhadap pestisida. Menurut Dasmann (1973), kecepatan timbulnya kekebalan/toleransi ini tergantung pada jumlah penggunaan pestisidadan lamanya waktu antara dua generasi serangga/hama. Keadaan demikian ini akan menyebabkan penggunaan pestisida yang semakin meningkat.
- 2) Beberapa pestisida yang digunakan tidak segera dirombak secara mikrobiologis ataupun diurai secara kimiawi dan cenderung tetap berada dalam lingkungan untuk waktu yang lama. Ditinjau dari segi pemberantasan hama, hal ini memang memberi keuntungan, tetapi ditinjau dari segi kesuburan tanah hal ini kurang menguntungkan.
- 3) Pestisida yang dipergunakan sebagian besar akan masuk ke dalam tanah (Soepardi, 1979; Tarumingkeng, 1977). Ketiga faktor tersebut mengantar pada pokok permasalahannya yaitu pengaruh merusak pestisida terhadap mikroorganisme tanah yang bukan merupakan sasarannya. Seperti diketahui bahwa kesuburan tanah bukan hanya merupakan perpaduan dari aspek kimia tanah, fisika tanah, ataupun morfologi tanah, tetapi terkandung pula aspek mikrobiologi tanah. Dengan terpengaruhnya kehidupan mikroorganisme tanah oleh pestisida, akan mengakibatkan penurunan produktivitas sumberdaya tanah itu sendiri. Adanya kecenderungan pestisida yang berpengaruh buruk terhadap sumberdaya tanah, maka diperlukan beberapa penanganan khusus. Penanganan ini terutama ditujukan untuk menekan tingkat pestisida yang ada di dalam tanah. Turunnya tingkat pestisida

di tanah diharapkan pengaruhnya kurang berarti terhadap kehidupan mikroorganisme tanah. Secara garis besar penanganan dapat digolongkan menjadi dua:



- a. Memilih dan membatasi penggunaan pestisida, dengan tanpa mengurangi arti dalam pemberantasan hama. Pemilihan terhadap pestisida terutama ditujukan pada jenis pestisida yang cepat terurai (non-persisten). Pembatasan penggunaan pestisida dilakukan dengan penerapan sistem pengendalian hama terpadu (integrated pest control). Sistem ini merupakan perpaduan harmonis antara cara pemberantasan biologi, cara bercocok tanam, dan penggunaan pestisida. Aspek ini lebih condong pada bidang hama dan penyakit tanaman.
- b. Penggunaan biopestisida yang menggantikan pestisida kimia sintetik yang banyak mencemari lingkungan. Biopestisida ini menggunakan parasit, hiperparasit, dan predator dari hama yang menjadi sasaran. Beberapa keuntungan penggunaan biopestisida ini adalah:
 - (a) Dapat berkembang biak secara cepat dalam jasad inangnya (hospes)
 - (b) Dapat bertahan hidup di luar hospes,
 - (c) Sangat mudah tersebar di alam.

5. Pengertian hama

Hama tanaman ialah semua binatang (termasuk serangga, tungau, babi, tikus, kalong ketam, siput, burung) yang dalam aktivitas hidupnya selalu merusak tanaman atau merusak hasil dan menurunkan kuantitas maupun kualitasnya, sehingga menimbulkan kerugian ekonomi bagi manusia. Yang dimaksud hama adalah sangat luas, yaitu tungau, tumbuhan pengganggu, penyakit tanaman yang disebabkan oleh fungi (jamur), bakteri dan virus, termasuk nematoda/(cacing yang merusak akar), siput, tikus, burung dan hewan lain yang dianggap merugikan.

2.9.1 Parameter Total Fosfat (PO_4)

Fosfat adalah sebuah ion poliatomik atau radikal terdiri dari satu atom fosforus dan empat oksigen. Fosfat adalah sebuah ion poliatomik atau radikal terdiri dari satu atom fosforus dan empat oksigen. Dalam bentuk ionik, fosfat membawa sebuah -3 muatan formal, dan dinotasikan PO_4^{3-} . Fosfat merupakan satu-satunya bahan galian (diluar air) yang mempunyai siklus, unsur fosfor di alam diserap oleh makhluk hidup. Menurut Peavy et al. (1986), sumber fosfat di perairan laut pada wilayah

an paparan benua adalah sungai. Karena sungai membawa hanyutan naupun sumber fosfat daratan lainnya, sehingga sumber fosfat di muara hih besar dari sekitarnya. Fosfat berasal dari detergen dalam limbah cair dan



pestisida serta insektisida dari lahan pertanian. Fosfat terdapat dalam air alam atau air limbah sebagai senyawa orto fosfat, polifosfat dan fosfat organis. Setiap senyawa fosfat tersebut terdapat dalam bentuk terlarut, tersuspensi atau terikat di dalam sel organisme dalam air. Adapun yang mempengaruhi Fosfat di perairan yaitu :

1. Oksigen Terlarut (Dissolved Oxygen)

Oksigen terlarut adalah gas oksigen yang terdapat di perairan dalam bentuk molekul oksigen bukan dalam bentuk molekul hidrogenoksida, biasanya dinyatakan dalam mg/l (ppm) (Darsono, 1992). Oksigen bebas dalam air dapat berkurang bila dalam air terdapat kotoran/limbah organik yang degradable. Dalam air yang kotor selalu terdapat bakteri, baik yang aerob maupun yang anaerob.

Bakteri ini akan menguraikan zat organik dalam air menjadi persenyawaan yang tidak berbahaya. Misalnya nitrogen diubah menjadi persenyawaan nitrat, belerang diubah menjadi persenyawaan sulfat. Bila oksigen bebas dalam air habis atau berkurang jumlahnya maka yang bekerja, tumbuh dan berkembang adalah bakteri anaerob (Darsono, 1992). Oksigen larut dalam air dan tidak bereaksi dengan air secara kimiawi. Pada tekanan tertentu, kelarutan oksigen dalam air dipengaruhi oleh suhu. Faktor lain yang mempengaruhi kelarutan oksigen adalah pergolakan dan luas permukaan air terbuka di atmosfer (Mahida, 1986).

Persentase oksigen di sekeliling perairan dipengaruhi oleh suhu perairan, salinitas perairan, ketinggian tempat dan plankton yang terdapat di perairan (di udara yang panas, oksigen terlarutkan turun). Daya larut oksigen lebih rendah dalam air laut jika dibandingkan dengan daya larutnya dalam air tawar. Daya larut O₂ dalam air limbah kurang dari 95% dibandingkan dengan daya larut dalam air tawar (Setiaji, 1995).

Terbatasnya kelarutan oksigen dalam air menyebabkan kemampuan air untuk membersihkan dirinya juga terbatas, sehingga diperlukan pengolahan air limbah untuk mengurangi bahan-bahan penyebab pencemaran. Oksidasi biologis di bersama meningkatnya suhu perairan sehingga kebutuhan oksigen juga meningkat (Mahida, 1986).



2. Suhu

Suhu sangat berpengaruh terhadap proses-proses yang terjadi dalam badan air. Suhu air buangan kebanyakan lebih tinggi dari pada suhu badan air. Hal ini erat hubungannya dengan proses biodegradasi. Pengamatan suhu dimaksudkan untuk mengetahui kondisi perairan dan interaksi antara suhu dengan aspek kesehatan habitat dan biota air lainnya. Kenaikan suhu air akan menimbulkan beberapa akibat sebagai berikut : (1) jumlah oksigen terlarut di dalam air menurun. (2) kecepatan reaksi kimia meningkat. (3) kehidupan ikan dan hewan air lainnya terganggu. (4) jika batas suhu yang mematikan terlampaui, ikan dan hewan air lainnya akan mati (Fardiaz, 1992).

2.10 Pupuk

Pupuk adalah material yang ditambahkan pada media tanam atau tanaman untuk mencukupi kebutuhan hara yang diperlukan tanaman sehingga mampu memproduksi dengan baik (Fitriani,2012). Pemupukan selain digunakan untuk penambahan unsur hara juga berperan dalam perbaikan sifat fisik tanah, meningkatkan daya tahan tanaman terhadap serangan hama dan penyakit, sehingga pertumbuhan tanaman menjadi lebih baik dan mampu memproduksi lebih tinggi (Zahrah, 2011).



Gambar 3 Penggunaan pupuk



upuk Organik

upuk organik adalah nama kolektif untuk semua jenis bahan organik asal

tanaman dan hewan yang dapat dirombak menjadi hara tersedia bagi tanaman. Dalam Permentan No.2/Pert/Hk.060/2/2006, tentang pupuk organik dan pembenah tanah, dikemukakan bahwa pupuk organik adalah yang berasal dari tanaman atau hewan yang telah melalui proses rekayasa, dapat berbentuk padat atau cair yang digunakan mensuplai bahan organik untuk memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Bahan atau pupuk organik dapat berperan sebagai “pengikat” butiran primer menjadi butiran sekunder tanah dalam pembentukan agregat yang mantap. Pupuk organik memiliki peranan yang sangat penting untuk mempertahankan konsep keberlanjutan sistem pertanian yang berwawasan lingkungan dan sustainable.

Penggunaan pupuk organik padat dalam bentuk kompos sebagai pupuk pada budi daya tanaman pangan dan nonpangan dapat memperbaiki sifat fisik, kimia maupun biologis dari tanah (Setiyo, et al., 2011; Setiyo et al. 2016; Setiyo et al., 2017; Pare et al., 1998; Kondo dan Yasuda, 2003). Selain itu mikroba yang ada pada kompos mampu mereduksi konsentrasi residu pestisida dan insektisida yang dipergunakan petani untuk memberantas hama dan penyakit tanaman (Setiyo et al., 2015). Keadaan ini besar pengaruhnya pada porositas, penyimpanan dan penyediaan air, aerasi tanah, dan suhu tanah.

Penggunaan bahan organik dapat mencegah kahat unsur mikro pada tanah marginal atau tanah yang telah diusahakan secara intensif dengan pemupukan yang kurang seimbang, meningkatkan kapasitas tukar kation tanah, dan dapat membentuk senyawa kompleks dengan ion logam yang meracuni tanaman seperti Al, Fe, dan Mn. Penggunaan pupuk dalam jangka panjang dapat meningkatkan produktivitas lahan dan dapat mencegah degradasi lahan. Sumber bahan untuk pupuk organik sangat beranekaragam, dengan karakteristik fisik dan kandungan kimia atau hara yang sangat beragam sehingga pengaruh dari penggunaan pupuk organik terhadap lahan dan tanaman dapat bervariasi.

Peranan Pupuk Organik pada perbaikan sifat fisik tanah meliputi:



- Porositas Tanah
- Kemampuan Tanah Menahan Air
- Kemampuan Meneruskan Air (Infiltrasi)
- Struktur Tanah

Peranan Pupuk Organik pada perbaikan sifat kimia tanah meliputi:

- a. Derajat Keasaman Tanah (pH)
- b. Kesuburan Tanah

Peranan Pupuk Organik pada perbaikan sifat biologi tanah meliputi:

Pemupukan lahan menggunakan kompos mampu meningkatkan populasi dari berbagai jenis biota tersebut, hal ini dikarenakan biota tersebut mengurai bahan organik dari kompos untuk menyusun selnya.

2.10.2 Pupuk Anorganik

Pupuk anorganik adalah pupuk yang dibuat oleh pabrik-pabrik pupuk dengan meramu bahan-bahan kimia (anorganik) berkadar hara tinggi. Pupuk anorganik yang biasa dipakai oleh para petani adalah yang mengandung unsur hara makro seperti N, P, K. Pupuk urea berkadar N 45%-46% (setiap 100 kg urea terdapat 45-46 kg hara nitrogen). Urea dibuat dari gas amoniak dan gas asam arang. Persenyawaan kedua zat ini melahirkan pupuk urean dengan kandungan N sebanyak 46%. Sifat-sifat dari urea adalah mudah larut dalam air, mudah menguap dan mudah tercuci air. Pupuk SP-36 dengan kadar P205 Sp-36 hanya 36% dari penggunaan TSP, warnanya abu-abu. Sifatnya mudah larut dalam air.

Pupuk anorganik dapat menyediakan unsur hara yang cepat bagi tanaman, mudah dijangkau karena jumlahnya relatif kecil dan mudah larut dalam air, namun penggunaan pupuk anorganik memiliki berbagai kelemahan seperti dalam pupuk anorganik hanya dapat unsur makro saja dan tidak mengandung unsur mikro, pemakaian pupuk anorganik secara terus menerus dapat merusak sifat fisik, kimia, dan biologi tanah dan lingkungan sekitar, bila dosis yang diberikan terlalu tinggi dapat mematikan tanaman.

Pada budidaya tanaman pangan dengan umur panen 3-4 bulan, umumnya pemupukan kimia pertama diberikan pada saat tanam dengan dosis 300 kg/ZA, 250 kg SP36, 250 kg KCl/ha. Selain itu, pada umur ± 35 hari setelah tanam, tanaman dipupuk dengan urea 250 kg/ha. Khusus untuk tanaman yang dipanen tidak hanya sekali seperti cabe, tomat, terong, seledri masih memerlukan pemupukan susulan

(al., 2011).

Salah satu kelebihan pupuk kimia memiliki kelebihan yaitu lebih mudah diserap oleh tanaman, dua sampai lima hari setelah pemupukan tanaman akan memberi respon



yang positif dalam menyerap unsur hara yang sifatnya lebih tersedia bagi tanaman. Sehingga pupuk kimia secara cepat akan meningkatkan kesuburan tanah dan ketersediaan hara bagi tanaman, karena unsur hara dalam bentuk ion atau kation yang mudah diserap perakaran tanaman. Namun, sifat dari pupuk kimia adalah tidak mampu memperbaiki sifat fisik dan sifat biologi tanah.

Pupuk kimia setelah ada di zona perakaran tanah akan bereaksi dengan senyawa-senyawa lain pembentuk tanah dan terikat secara kimiawi dalam bentuk ion atau kation. Oleh karena sifat tersebut, maka pupuk kimia keberadaannya di zona perakaran tidak mampu mengubah komposisi fraksi pasir, debu, dan liat penyusun tanah sehingga tidak akan mengubah tekstur tanah (Arsa et al., 2013).

Selain itu, unsur pupuk kimia juga tidak mampu mengubah jumlah pori-pori mikro dan berat jenis tanah, sehingga jumlah air yang ada di pori-pori mikro dan yang terikat secara higroskopis tidak berubah. Pupuk kimia tidak mampu mengubah tekstur tanah, maka jumlah pori-pori makro di dalam tanah juga tidak berubah, sehingga laju infiltrasi dalam tanah tidak berubah dan drainase tanah tidak dapat diperbaiki dengan metode pemupukan ini. Oleh karena itu lahan pertanian yang dipupuk dengan pupuk kimia secara terus menerus akan mudah memadat setelah pengolahan tanah, karena kerapatan massa tanah akan terus meningkat.

Pupuk kimia tidak mampu memperbaiki sifat biologi tanah, karena sifat dari unsur yang terkandung pada pupuk lebih mudah diserap perakaran tanaman. Hal ini menyebabkan biota tanah tidak mampu mengonsumsinya untuk sintesa selnya.

Secara umum nilai suatu pupuk ditentukan oleh sifatnya yaitu:

1. Kadar unsur hara Banyaknya unsur hara yang dikandung oleh suatu pupuk merupakan faktor utama untuk menilai pupuk tersebut
2. Higroskopis Kemampuan pupuk untuk menyerap molekul air dari udara atau lingkungannya baik melalui absorpsi atau adsorpsi.
3. Kelarutan Sifat yang menunjukkan mudah tidaknya pupuk untuk larut dalam air dan diserap oleh tanaman.
4. Kemasaman Kemasaman berkaitan dengan pH pupuk. Sifat kemasaman pupuk



yang bersifat masam, alkali, dan netral yang dinyatakan dengan Ekuivalen kemasaman

keasaman Sifat pupuk yang dapat meningkatkan kemasaman tanah.

2.10.3 Penggolongan Pupuk

1. Berdasarkan Pembentukannya

Berdasarkan proses atau cara pembentukan terdiri dari :

a. Pupuk alam

- Pupuk alam adalah pupuk yang diperoleh/ dibuat dengan mengeksplorasi bahan-bahan tambang alam secara langsung. Teknologi yang digunakan umumnya sangat sederhana yaitu penambangan, penggilingan dan penyaringan. Sesuai dengan Standart Nasional Industri (SNI) syarat kehalusan dalam saringan 100 Mesh adalah 85-90%.
- Perubahan bentuk dari bahan asalnya adalah ukuran partikel/powder.
- Sifat kimia sama dengan bahan asal dengan kandungan hara bervariasi.
- Sifat kelarutan yang umum adalah slow release atau terlarut secara bertahap/pelan-pelan.
- Contoh-contoh pupuk alam;



(a) RP

(b) CIRP

(c) Dolomite

(d) Kompos

Gambar 4 Pupuk alam.

Sumber : Mardiana Wahyuni Sakiah

Pupuk alam juga sangat membantu dalam mencegah terjadinya erosi lapisan atas tanah yang merupakan lapisan yang mengandung banyak hara. Pemakaian pupuk ini sangat berperan penting merawat ataupun menjaga tingkat kesuburan tanah yang sudah dalam keadaan berlebihan penggunaan pupuk anorganik

b. Pupuk Buatan

- Pupuk buatan adalah pupuk yang diproses dari bahan-bahan tertentu dengan proses teknologi meliputi permurnian, pengkayaan maupun pembentukan senyawa baru



teknologi yang digunakan pada umumnya high-tech

faktor yang utama

klasifikasi berdasarkan Jumlah Unsur Hara

- a. Pupuk Tunggal
 - Pupuk Tunggal yaitu pupuk yang mengandung satu unsur hara utama
 - Sebagai contoh pupuk ZA (Amonium Sulfat) dengan rumus $(\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4$ dengan kadar 21 % N dan 23% S tetap disebut pupuk tunggal karena tujuannya utamanya adalah memasok unsur hara Nitrogen.
- b. Pupuk Majemuk
 - Pupuk majemuk adalah pupuk yang mengandung lebih dari satu unsur hara
 - Pada umumnya fokus pada hara makro N, P, K, dan Mg. Dengan demikian pupuk majemuk dapat terdiri dari 2,3, atau 4 unsur hara

3. Berdasarkan Susunan Kimia

Berdasarkan susunan kimia dapat dikelompokkan menjadi:

- a. Pupuk Organik
 - Pupuk organik adalah pupuk yang merupakan hasil akhir/ hasil antara dari penguraian bagian atau sisa-sisa tumbuh-tumbuhan/ binatang.
 - Kegiatan yang dilakukan adalah menurunkan rasio C/N sehingga unsur hara N nya dapat tersedia bagi tanaman.
 - Pada proses dekomposisi dapat ditambahkan bahan-bahan lain untuk mempercepat kematangan.
 - Contoh: Kompos dari aneka hijauan, Kompos dari tandan kosong kelapa sawit, Kompos dari kotoran hewan ternak
 - Pada pengembangan inovasi pupuk dikenal juga pupuk hayati yang merupakan substrat yang didominasi oleh mikroorganisme dalam konsentrasi yang tinggi. Pembuatannya di fokuskan untuk memperbanyak populasi mikroorganisme yang dapat bersinergi untuk meningkatkan ketersediaan hara tanah.
- b. Pupuk Anorganik
 - Pupuk anorganik mengandung senyawa anorganik atau secara umum disebut pupuk kimia
 - Berasal dari eksplorasi bahan-bahan alam secara sederhana maupun dengan



kasi.

yang umum adalah memiliki kadar hara tinggi, mudah larut dan tersedia tanaman

4. Berdasarkan fase/bentuknya

a. Pupuk padat

Pupuk padat yaitu pupuk dalam bentuk padat yang terdiri dari 3 bentuk yaitu:

- Kristal; contoh ZA, Urea, KCl
- Granular atau butiran; contoh SP36, TSP
- Tepung/ powder; contoh RP, Dolomite

b. Pupuk cair

Formulasi pupuk dalam bentuk cairan yang digunakan secara langsung maupun diperlukan pengenceran. Contoh: Bayfolon (pupuk daun), Hunega Liquid, EM4.

c. Pupuk gas

Contoh gas/ emulsi NH_3 , namun produksi dan penggunaannya terbatas karena memerlukan instrumental/peralatan khusus

2.11 Parameter Total Nitrogen

Nitrogen adalah salah satu unsur yang paling melimpah di biosfer bumi dan merupakan bagian dari enam elemen (C, H, O, N, P, dan S) unsur utama dari jaringan hidup. Kandungan gas nitrogen, (N_2) di atmosfer bumi kurang lebih sekitar 78%, namun jumlah tersebut sebagian besar tidak dapat digunakan sebagai sumber nitrogen untuk makhluk hidup. Nitrogen yang terikat dalam zat organik, nitrogen di amonia ($\text{NH}_3\text{-N}$) dan dalam amonium ($\text{NH}_4^{++}\text{-N}$) pada analisis kimia tanah, air, atau air limbah. Akibatnya keberadaan nitrogen yang dibutuhkan di ekosistem sangat tergantung dari input nitrogen yang tersedia secara biologis.

Nitrogen yang dapat dikonsumsi tersebut berasal dari sumber eksternal atau internal dari siklus senyawa nitrogen yang berubah menjadi bentuk yang dapat digunakan secara biologis. Tetapi kelebihan kandungan nitrogen dapat menyebabkan efek yang merugikan. Sebagai contoh kelebihan nitrogen atau nitrogen yang jenuh dapat menyebabkan penurunan nutrisi serta meningkatkan derajat keasaman tanah dan air dalam ekosistem hutan. Dalam ekosistem perairan, nitrogen yang berlebih dapat mengakibatkan eutrofikasi dan meningkatkan jumlah

(NH_3), nitrit (NO_2), dan nitrat (NO_3) yang bersifat racun bagi manusia, dan satwa liar (Cairns *et al.*, 1990).

Lebih memahami efek yang ditimbulkan oleh nitrogen sangat penting



untuk mengetahui bagaimana perubahan yang dialami oleh unsur nitrogen menjadi senyawa lain beserta faktor apa saja yang mempengaruhi perubahan bentuk nitrogen tersebut. Siklus nitrogen merupakan suatu proses yang kompleks dan terdiri dari berbagai perubahan bentuk. Meskipun siklus tersebut terdiri dari beberapa perubahan senyawa abiotik seperti oksidasi nitrogen menjadi ammonia, beberapa perubahan terjadi pada senyawa biotik yang berpengaruh langsung pada aktivitas mikroorganisme.

Menurut (Buckman and Brady, 1982) (Mansyur, Pudjiwati and Murti Laksono, 2021), (Hanafiah, 2005), (Rosmarkam and Yuwono, 2002) Peran masing-masing unsur hara tersebut adalah:

Nitrogen (N) Peran nitrogen (N) bagi tanaman adalah:

- a. Untuk merangsang pertumbuhan secara keseluruhan, khususnya batang, cabang, dan daun;
- b. Berperan penting dalam pembentukan hijau daun yang sangat berguna dalam proses fotosintesis;
- c. Membentuk protein, lemak, dan berbagai persenyawaan organik lainnya.

Menurut Munawar (2018) Klasifikasi pupuk dapat dilihat dari beberapasegi, yaitu berdasarkan:

1. Pembentukannya: pupuk alam dan pupuk buatan
2. Kandungan unsur hara: pupuk tunggal dan pupuk majemuk
3. Bentuk: pupuk padat, cair
4. Reaksi di dalam tanah: masam, basa, dan netral.
5. Susunan kimia: pupuk anorganik dan organik
6. Kadar kandungan haranya: berkadar hara tinggi, sedang dan rendah
7. Kelarutannya: larut dalam air, larut dalam asam sitrat dan larut dalam asam keras.

2.12 Keadaan Umum Wilayah

a. Letak Topografi

Adapun letak Topografi sungai tangka yakni terletak pada Ketinggian tempat Daerah Aliran Sungai Tangka dari 0 hingga 1600 mdpl. Ketinggian tersebut terbagi menjadi 4 kelas yaitu; rendah, sedang, tinggi dan sangat tinggi. Kelas ketinggian yang luas yaitu ketinggian kurang 500 mdpl seluas 16.512,88 Ha (35%),



kemudian kelas sedang seluas 15.237,35 Ha (32%), dan kelas sangat tinggi diatas 1500 mdpl seluas 3.907,49 Ha (8 %). Di wilayah Das Tangka ketinggiannya bervariasi dari rendah ke tinggi. Ketinggian berpengaruh terhadap potensi mata air karena, semakin tinggi suatu wilayah curah hujannya semakin tinggi pula (Marpaung, 2016), (Nasiah dan Invanni, 2019). Dengan adanya perbedaan ketinggian di suatu wilayah, maka ngat raamemberi peluang besar munculnya mata air.

b. Curah Hujan

Curah hujan di wilayah DAS Tangka rata-rata tahunan berkisar 1000 mm hingga lebih dari 2500 mm/thn. Curah hujan tersebut dimasukkan dalam klasifikasi curah hujan yang telah ditetapkan. dan dibuat peta curah hujan menggunakan metode isohyet dengan software ArcGis versi 10.4. dari hasil klasifikasi tersebutvditemuakn hanya 2 kelas yaitu rendah dan sedang. Curah hujan yang terluas yaitu curah hujan kelas sedang seluas 29.226,19 (61,36 %), tersebar di Kecamatan Sinjai Utara, Kajuara, Kahu, Bontocani, Sinjai Barat, Tompobulu, dan Tinggimoncong. Kelas curah hujan rendah seluas 18.403,64 Ha (38,64 %) tersebar di Kecamatan Bulupoddo, Sinjai Barat dan Sinjai Tengah.

Curah hujan di Wilayah Das Tangka tersebar tidak merata karena dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu; ketinggian, dan arah. Curah hujan semakin tinggi suatu wilayah, semakin ke utara, dan semakin ke barat curah semakin tinggi. Di wilayah DAS Tangka curah hujannya dipengaruhi ketiga faktor tersebut. Hal itu dapat dilihat persebaran curah hujan dari utara ke selatan semakin rendah, stasiun Malakaji yang merupakan yang paling selatan juga paling rendah curah hujannya.

Curah hujan tinggi pada lereng gunung api Lompobattang. Curah hujan merupakan faktor utamaterdapatnya mata air di suatu wilayah. Curah hujan tinggi didukung faktor litologi. Lereng gunung api merupakan suatu wilayah yang memiliki potensi mata air besar,pada umumnya gunung api strato di Indonesia (Santosa, 2006). Terdapat hubungan yang kuat antara curah hujan dengan keberadaan air tanah. Jika curah hujan rendahmaka air tanah juga rendah (Hanifa,

3). Keberadaan air tanah sangat mendukung tingginya potensi mata air.

3 Tanah

keristik tanah pada lokasi penelitian umumnya bertekstur tanah yang



mengandung pasir dengan jenis tanah dystropepts dan distrandept. Persentase kandungan pasir bervariasi dari 31 – 85%. Kondisi tekstur seperti ini memungkinkan tanah mudah meloloskan air. Tanah lempung merupakan jenis tanah yang memiliki banyak lempung dan sedikit pasir, jenis tanah ini merupakan tanah yang mudah menyerap air dalam kondisi kering.

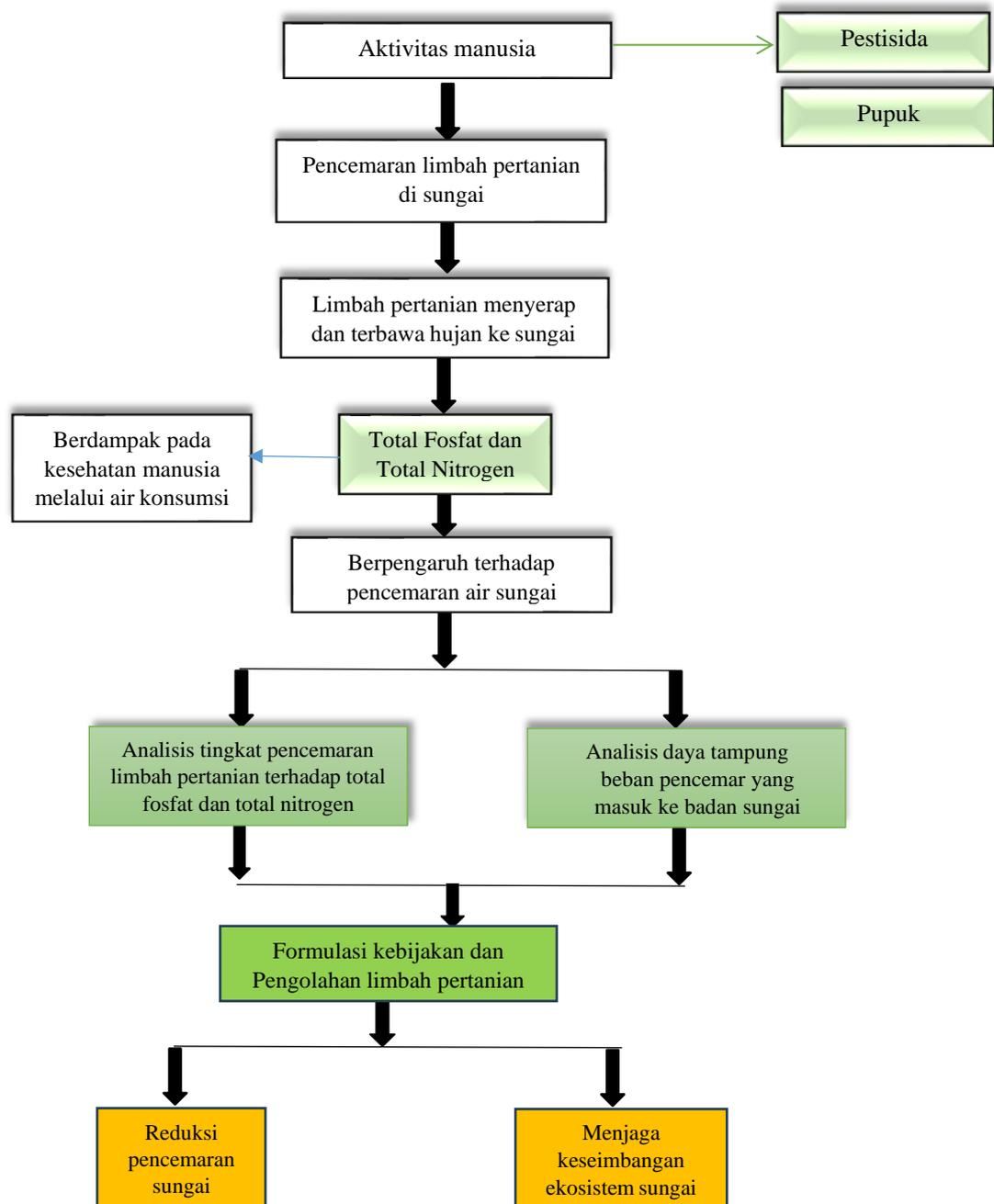
Mayoritas penduduk di daerah Tombolopao berprofesi sebagai petani. Daerah Tombolopao memiliki beberapa hasil pertanian yang unggul salah satunya sebagai penghasil sayur dan beberapa komoditi penting seperti kopi dan cengkeh. Selain itu daerah Tombolopao memiliki area persawahan yang cukup luas. Kondisi iklim dan ketinggian tempat cukup mendukung untuk lahan pertanian. Luas lahan persawahan pada daerah Tombolopao sebesar 2.192 Ha, Kebun/ Tegal 6,055Ha, Perkebunan 674 Ha, Hutan Rakyat 1.750 Ha dan Luas lahan pertanian bukan sawah 10.689 Ha (BPS, 2022).

Daerah aliran sungai tangka terletak pada daerah puncak dan lereng. Pada area sekitar sungai di daerah Tamaona dan desa Pao aliran sungai tangka cukup dekat dengan pemukiman warga. Aliran sungai Tangka pada desa Ta'Binjai dan Ballassuka merupakan area persawahan yang cukup luas hal ini cukup didukung oleh debit dan luas sungai pada daerah ini yang cukup luas dan besar. Aliran sungai Tangka di desa Tonasa dan erelembang merupakan lahan pertanian sayuran, kopi dan cengkeh.

2.13 Kerangka Pikir Penelitian

Kerangka pikir juga memberikan panduan mengenai bagaimana penelitian akan dilakukan, termasuk metode pengumpulan data dan analisis data. Dengan demikian, kerangka pikir merupakan bagian penting dari tesis yang membantu menjaga konsistensi, logika, dan kejelasan penelitian dari awal hingga akhir. Adapun tahap tersebut dapat dilihat pada gambar 5 sebagai berikut:





Gambar 5. Kerangka pikir penelitian

2.14 Matriks Penelitian Terdahulu



Penyajian matriks penelitian terdahulu dilakukan untuk mendapatkan teori-informasi yang berkaitan dengan penelitian ini. Hasil tersebut dapat dilihat di 11.

Tabel 1. Penelitian Terdahulu

NO	NAMA PENULIS	JUDUL	POKOK PERSOALAN	OUTPUT	OUTCOME	PERSAMAAN	PERBEDAAN
1.	F. Barmaki 2. M. Ahmadi Nadoushan (2018)	Simulation of Water Pollution Load Reduction in the Zayandehrood River, Isfahan, Iran Using Qual2kw Model	Mengetahui tren perubahan kualitatif sungai efektif untuk mengendalikan sumber pencemaran	Mengetahui data kualitatif dengan model Qual2kw untuk parameter BOD dan DO menunjukkan adanya kesesuaian antara data hasil pengukuran dan data simulasi	Penelitian ini dapat menjadi referensi dalam mengkaji parameter BOD dan DO dengan menunjukkan adanya kesesuaian antara data hasil pengukuran dan data simulasi	Menggunakan Metode Qual2Kw	1. Artikel Jurnal: – Lokasi penelitian: Sungai Zayandehrood, Isfahan, Iran – Analisis beban pencemar BOD, DO dan Nitrat 2. Penelitian ini: – Lokasi penelitian: Sungai di daerah Sulawesi Selatan – Analisis Limbah Pertanian Total Fosfat dan Total Nitrogen
2.	1. Gholamreza Rafiee 2. Fateh Moëzzi 3. Hadi Poorbagher 4. Kamran Rezaei Tavabe 5. Mohammad Ali Nematollahi (2022)	Assessing Water Quality Indices and Autopurification Capacity of Balighli-Chai and Ghare-Sou Rivers using QUAL2Kw Model	Pemantauan Kualitas Air Beban Harian Maksimum Total Sungai Balighli-Chai dan Ghare Sou, sungai utama di Provinsi Ardabil, Iran. Kadar oksigen terlarut (DO), kebutuhan oksigen biokimia (BOD), (NO3) dan (PO4)	Kajian Kapasitas pemurnian mandiri dan tingkat beban harian maksimum total (TMDL) dari parameter kualitas air	Penelitian ini dapat memberikan kontribusi ilmiah berupa informasi untuk Kapasitas pemurnian mandiri dan tingkat beban harian maksimum total (TMDL) untuk DO, BOD, Nitrat dan Fosfat	Menggunakan Metode Qual2Kw	1. Artikel Jurnal: – Lokasi penelitian: Sungai Balighli-Chai dan Ghare-Sou – Analisis DO, BOD, Nitrat dan Fosfat 2. Penelitian ini: – Lokasi penelitian: Sungai di daerah Sulawesi Selatan – Analisis Limbah Pertanian Total Fosfat dan Total Nitrogen



NO	NAMA PENULIS	JUDUL	POKOK PERSOALAN	OUTPUT	OUTCOME	PERSAMAAN	PERBEDAAN
3.	1. Hossain MA 2. Sujaul IM 3. Nasly MA (2014)	Application of QUAL2Kw for water quality modeling in the Tunggak River, Kuantan, Pahang, Malaysia	Air limbah dari kawasan industri Gebeng (GIE) dan dari beberapa kawasan pertanian dan wisma di Kuantan, Malaysia. Buangan limbah industri yang mengandung polutan konvensional dan non-konvensional dengan bahan organik dan unsur hara yang mudah terurai menjadi penyebab utama penurunan kualitas air di sungai ini	Mengetahui bahan organik dan unsur hara yang mudah terurai menjadi penyebab utama dan penurunan kualitas air di sungai ini. Bahan organik dan unsur hara yang terurai mengakibatkan penurunan konsentrasi DO di sepanjang sungai	Penelitian ini dapat mengetahui Bahan organik dan unsur hara yang terurai mengakibatkan penurunan konsentrasi DO di sepanjang sungai	Menggunakan Metode Qual2Kw	1. Artikel Jurnal: – Lokasi penelitian: Sungai Tunggak, Kuantan, Pahang, Malaysia – Analisis kualitas air pH, DO, BOD, COD 2. Penelitian ini: – Lokasi penelitian: Sungai di daerah Sulawesi Selatan – Analisis Limbah Pertanian Total Fosfat dan Total Nitrogen
4.	1. A. Vanaei 2. S. Marofi 3. A. Azari (2020)	Simulation of Pollution in the Steep Mountainous Rivers, using QUAL2KW	Masuknya limbah ke sungai dan pembusukannya ke dalam air sungai telah menyebabkan penurunan kualitas air dan khususnya penurunan konsentrasi DO	Menganalisis dan mensimulasikan parameter kualitatif Sungai Abbas-Abad (COD, BOD, dan DO)	Penelitian mendapatkan karakteristik kualitas air yang optimal maka kapasitas penerimaan sungai harus tetap berada dalam batas yang dapat diterima di sepanjang sungai.	Menggunakan Metode Qual2Kw	1. Artikel Jurnal: – Lokasi penelitian: Sungai Abbas-Abad, Iran – Analisis BOD, COD dan DO 2. Penelitian ini: – Lokasi penelitian: Sungai di daerah Sulawesi Selatan



NO	NAMA PENULIS	JUDUL	POKOK PERSOALAN	OUTPUT	OUTCOME	PERSAMAAN	PERBEDAAN
							– Analisis Limbah Pertanian Total Fosfat dan Total Nitrogen
5.	1. Seyyad Fazlodin Jamalianzadeh 2. Hamidreza Rabieifar 3. Ali Afrous Didik 4. Azim Hosseini 5. Hossein Ebrahimi (2021)	Modeling DO and BOD5 Changes in the Dez River by Using QUAL2Kw	Adanya pencemaran yang mengakibatkan pengaruh terhadap DO dan BOD Sungai Dez	Adanya evaluasi melalui model QUAL2Kw, berdasarkan simulasi parameter DO dan BOD5 p98, dengan mempertimbangkan baku mutu air selama enam bulan	Penelitian dapat menjadi rujukan untuk mengevaluasi kualitas air Sungai Dez	Menggunakan Metode Qual2Kw	1. Artikel Jurnal: – Lokasi penelitian: Sungai Dez, Iran – Analisis DO, BOD, 2. Penelitian ini: – Lokasi penelitian: Sungai di daerah Sulawesi Selatan – Analisis Limbah Pertanian Total Fosfat dan Total Nitrogen
6.	1. Deepshikha Sharma 2. Arun Kansal 3. Greg Pelletier (2015)	Water quality modeling for urban reach of Yamuna river, India (1999–2009), using QUAL2Kw	Karakterisasi kualitas air Sungai Yamuna sebelum adanya rencana restorasi	Adanya karakterisasi dan hasil simulasi DO, BOD, total coliform dan total Nitrogen	Penelitian dapat menjadi rujukan dan referensi untuk mengetahui kualitas air dari parameter DO, BOD, total coliform dan total Nitrogen	Menggunakan Metode Qual2Kw	1. Artikel Jurnal: – Lokasi penelitian Sungai Yamuna di Delhi (India) – Analisis kandungan DO, BOD total coliform dan total Nitrogen 2. Penelitian ini: – Lokasi penelitian: Sungai di daerah Sulawesi Selatan – Analisis Limbah Pertanian Total Fosfat dan Total Nitrogen



NO	NAMA PENULIS	JUDUL	POKOK PERSOALAN	OUTPUT	OUTCOME	PERSAMAAN	PERBEDAAN
7.	1. Arief Rachmansyah 2. Akhmad Adi Sulianto 3. Novia Lusiana 4. , Luhur Akbar Devianto (2021)	Assessment of Water Quality Index and Pollution Load Capacity in the Sukowidi River and Bendo River, Banyuwangi Region	Meningkatnya jumlah penduduk di Wilayah Banyuwangi dan aktivitasnya dapat menurunkan kualitas air sungai, khususnya di daerah tangkapan air Sukowidi dan Bendo	Dapat mengidentifikasi sumber pencemar, menentukan status indeks pencemaran air, dan menentukan daya tampung beban pencemaran.	Penelitian dapat menjadi rujukan dan referensi untuk pemerintah agar mengantisipasi pencemaran.	Menggunakan Metode Qual2Kw	1. Artikel Jurnal: – Lokasi penelitian Sungai Sukowidi dan Sungai Bendo, Wilayah Banyuwangi – Penilaian Indeks Kualitas Air dan Kapasitas Beban Pencemaran 2. Penelitian ini: – Lokasi penelitian: Sungai di daerah Sulawesi Selatan – Analisis Limbah Pertanian Total Fosfat dan Total Nitrogen
8.	1. Putri Ayu Wardani 2. Mohammad Mirwan (2022)	Analysis Of Buduran River Water Quality Using Qual2kw As Raw Material For Siwalanoanji IPA	Adanya Pencemaran yang dapat mempengaruhi konsentrasi kualitas air	Dapat diketahui Analisis parameter pH, BOD, COD, TSS, Fosfat, dan Nitrat	Penelitian dapat menjadi rujukan dan referensi untuk dapat mengevaluasi dan mengelola Sungai Buduran	Menggunakan Metode Qual2Kw	5. Artikel Jurnal: – Lokasi penelitian Sungai Buduran , Sidoarjo 2. Analisis kandungan pH, BOD, COD, TSS, Fosfat, dan Nitrat Penelitian ini: – Lokasi penelitian: Sungai di daerah Sulawesi Selatan – Analisis Limbah Pertanian Total Fosfat dan Total Nitrogen



NO	NAMA PENULIS	JUDUL	POKOK PERSOALAN	OUTPUT	OUTCOME	PERSAMAAN	PERBEDAAN
9.	1. Jamal Sarafaraz 2. Fariborz Ahmadzadeh Kaleybar 3. Javad Mahmoudi 4. Karamjavan Nader Habibzadeh (2024)	Predicting river water quality: An imposing engagement between machine learning and the QUAL2Kw models (case study: Aji-Chai, river, Iran)	Pengelolaan sumber daya air dan pengambilan keputusan di tingkat makro.	Dapat diketahui simulasi tiga parameter penting, yaitu EC, SAR, dan TDS dan tiga model pembelajaran mesin tingkat lanjut: SVM, GEP, dan MLP	Penelitian dapat menjadi rujukan untuk keterlibatan yang mengesankan antara pembelajaran mesin dan model	Menggunakan Metode Qual2Kw	1. Artikel Jurnal: – Lokasi penelitian Sungai aji-Chai, Iran – Analisis EC, SAR, dan TDS 2. Penelitian ini: – Lokasi penelitian: Sungai di daerah Sulawesi Selatan – Analisis Limbah Pertanian Total Fosfat dan Total Nitrogen
10.	1. Arief Setiyawan , 2. Sudiro 3. Rio Agustino Mbabho Bango Santoso (2018)	Qual2Kw Application for Strategy for Improving Metro River Water Quality for the Pakisaji - Kapanjen Section in Malang Regency	Sungai metro ruas pakisaji – kapanjen terindikasi mengalami penurunan kualitas air sungai. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui kondisi daya tampung beban pencemaran eksisting sungai metro ruas pakisaji – kapanjen dan untuk mendapatkan strategi perlakuan terhadap kualitas air sungai metro ruas pakisaji – kapanjen	Dapat diketahui Analisis parameter pH, Temperature, DO, BOD, COD, NO3, NH4, PO4, TSS Sungai Metro Ruas Pakisaji – Kapanjen di Kabupaten Malang	Penelitian dapat menjadi rujukan dan referensi untuk pemerintah dan mengetahui kondisi beban pencemar agar dapat mengevaluasi dan mengelola Sungai Metro Ruas Pakisaji – Kapanjen di Kabupaten Malang	Menggunakan Metode Qual2Kw	1. Artikel Jurnal: – Lokasi penelitian Sungai Metro Ruas Pakisaji – Kapanjen di Kabupaten Malang – Analisis kandungan DO, BOD, COD, NO3, NH4, PO4 dan TSS 2. Penelitian ini: – Lokasi penelitian: Sungai di daerah Sulawesi Selatan – Analisis Limbah Pertanian Total Fosfat dan Total Nitrogen

