

**STUDY OF IRRIGATION
WATER QUALITY FOR
RICE FIELDS IN
KAYAWU VILLAGE,
NORTH TOMOHON
DISTRICT, TOMOHON
CITY**

**Kajian Kualitas Air Irigasi
Areal Persawahan Di
Kelurahan Kayawu
Kecamatan Tomohon Utara
Kota Tomohon**

**Melkison Sanggel¹⁾, Sofia
Wantasen^{1*)}, Adeleyda M. W.
Lumingkewas¹⁾ Frangky J. Paat¹⁾**

¹⁾Program Studi Agroteknologi
Fakultas Pertanian Universitas Sam
Ratulangi, Manado Jl. Kampus
UNSRAT Manado-95115 Telp
(0431) 846539 Indonesia

*Corresponding author:
swantasen@unsrat.ac.id

Abstract

This study aims to determine the quality of irrigation water on paddy fields in Kayawu Village, North Tomohon District, Tomohon City. This research was carried out for two (2) months, from September to October 2021. This research was conducted using a survey method, a composite sampling technique. Research samples were taken at two locations, namely the first location upstream and the second location downstream of the rice field irrigation channel in Kayawu Village. Sampling of 3 liters of water at each location, then analyzed at the Laboratory of Research and Industrial Standardization of Manado. The data obtained were analyzed using descriptive statistics. The quality of irrigation water in terms of Parameters: Total Suspended Solid (TSS), the TSS content in the upstream part was 52.2 mg/L and in the downstream part 192 mg/L, still classified as good. Total Dissolved Solid (TDS), TDS levels in the upstream 142 mg/L and in the downstream 241 mg/L, are still relatively good. The levels of Nitrate (NO₃) NO₃ upstream are 6.31 mg/L and downstream are 4 mg/L, still relatively good. The levels of Nitrite (NO₂) NO₂ upstream are 0.00065 mg/L and 0.00065 mg/L in the Downstream, are still relatively good. The levels of Ammonia (NH₃) NH₃ upstream are 0.20 mg/L and in the Downstream are mg/L, are still relatively good. Chloride (Cl), the Cl content in the upstream is 5 mg/L and the downstream is 52 mg/L, is still relatively good. The temperature, at 23.7°C upstream and 22.5°C downstream, is still relatively good. The degree of acidity (pH) in the upstream is 7.12 and the downstream is 6.35, which is still relatively good. The results showed that the quality of irrigation water for rice fields in Kayawu Village, North Tomohon District, Tomohon City is still classified as good and meets the requirements as irrigation water in Kayawu, based on Government Regulation No. 22 year 2021.

Keywords: *Irrigation Water, Irrigation Water Quality, Water Quality Standards*

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui Kualitas air irigasi pada lahan sawah di Kelurahan Kayawu Kecamatan Tomohon Utara, Kota Tomohon. Penelitian ini dilaksanakan selama dua (2) bulan yaitu bulan September sampai bulan Oktober 2021. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode survey, teknik pengambilan sampel composite sampling. Sampel penelitian diambil pada dua lokasi yaitu lokasi pertama bagian hulu dan lokasi kedua bagian hilir saluran irigasi areal persawahan di Kelurahan Kayawu. Pengambilan sampel air sebanyak 3 liter ditiap lokasi, kemudian dianalisis di Laboratorium Balai Riset dan Standardisasi Industri Manado. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan statistik deskriptif. Kualitas air irigasi di tinjau dari Parameter :Total Suspended Solid (TSS), kadar TSS pada bagian Hulu 52,2 mg/L dan pada bagian Hilir 192 mg/L, masih tergolong baik. Total Dissolved Solid (TDS), kadar TDS pada bagian Hulu 142 mg/L dan pada bagian Hilir 241 mg/L, masih tergolong baik. Nitrat (NO₃) kadar NO₃ bagian Hulu 6,31 mg/L dan pada bagian Hilir 4 mg/L, masih tergolong baik. Nitrit (NO₂) kadar NO₂ bagian Hulu 0,00065 mg/L dan pada bagian Hilir 0,00065 mg/L, masih tergolong baik. Amonia (NH₃) kadar NH₃ bagian Hulu 0,20 mg/L dan pada bagian Hilir mg/L, masih tergolong baik. Klorida (Cl), kadar Cl pada bagian Hulu 5 mg/L dan pada bagian Hilir 52 mg/L, masih tergolong baik. Suhu, pada bagian Hulu 23,7°C dan pada bagian Hilir 22,5°C, masih tergolong baik. Derajat Keasaman (pH) pada bagian Hulu 7,12 dan pada bagian Hilir 6,35, masih tergolong baik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Kualitas Air Irigasi Areal Persawahan Di Kelurahan

Kayawu Kecamatan Tomohon Utara Kota Tomohon masih tergolong baik dan memenuhi syarat sebagai Air Irigasi Di Kayawu, berdasarkan Peraturan Pemerintah RI No. 22 tahun 2021.

Kata kunci : Air irigasi, Kualitas Air Irigasi, Baku Mutu Air

PENDAHULUAN

Faktor utama yang menentukan keberhasilan dibidang pertanian yaitu air. produksi tanaman padi (Partowijoto, 2002). Hal yang penting diperhatikan dalam air irigasi adalah masalah kualitas airnya yaitu nilai kualitas air irigasi Sumber air permukaan sampai saat ini masih menjadi andalan dalam penyediaan air irigasi. Air irigasi berperan dalam pertumbuhan dan menentukan batasan dan penggunaan dari air irigasi untuk pertanian, dan juga mengetahui apakah air tersebut tercemar dan tidak baik digunakan sebagai kebutuhan air

prasarana untuk memenuhi kebutuhan air pertanian pertanian. Air irigasi berperan sangat penting dan merupakan salah satu kunci keberhasilan peningkatan produksi tanaman padi di lahan sawah (Firdaus, 2010 dalam Sinaga dkk, 2013).

Jaringan irigasi sebagai perlu dikelola secara efektif dan efisien. Sistim irigasi merupakan cara pengelolaan air sungai untuk dimanfaatkan secara optimal. Pengelolaan air yang dimaksud termasuk bagaimana memperoleh air irigasi yang berkualitas (Bisri, 2009).

Kelurahan Kayawu Kecamatan Tomohon Utara Kota Tomohon adalah salah satu daerah yang memiliki produktivitas tinggi dalam produksi padi sawah. Berdasarkan sumber BPS Kota Tomohon Kecamatan Tomohon Utara, rata-rata penduduk di Kelurahan Kayawu bermata pencaharian sebagai petani dan luas lahan padi sawah di Kelurahan Kayawu mencapai 55 ha. Menurut penggunaannya luas lahan yang digunakan untuk persawahan (irigasi dan non irigasi) sebesar 40ha setengah teknis yang dibagi

lagi menjadi 23ha irigasi bagian hulu dan 17ha irigasi bagian hilir dan 15ha tadah hujan (Kecamatan Tomohon Utara Dalam Angka, tahun 2019).

Pada tahun 2013 Kelurahan Kayawu menerima anggaran alokasi pembangunan dan setelah melakukan Musyawarah Perencanaan Pembangunan pada tahun 2014 sampai 2016 Kelurahan Kayawu mulai membangun aliran drainase dan irigasi sepanjang 2.000 M. Pembangunan ini diharapkan akan mampu meningkatkan pendapatan masyarakat Kelurahan Kayawu yang mayoritas berprofesi sebagai petani. Setelah adanya irigasi pada tahun 2016 hingga 2018 produksi padi sawah di Kelurahan Kayawu dilakukan dua hingga tiga kali musim tanam dalam satu tahun. Tapi sejak tahun 2019 irigasi tidak lagi lancar dan menyebabkan beberapa petani kesulitan air dikarenakan jarak antara lahan dan sumber air yang cukup jauh sehingga pemberian air irigasi tidak optimal.

Hasil pengamatan di lapangan air irigasi Kayawu tersebut merupakan air permukaan yang mengairi persawahan di Kelurahan. Kayawu yang sebelum memasuki areal persawahan air tersebut melewati pemukiman yang padat dan terdapat kegiatan rumah sakit di bagian hulunya sehingga berpotensi tercemar bahan-bahan terlarut seperti klorin, nitrat yang bersumber dari limbah cair yang dibuang ke sungai/ air irigasi Kayawu. Bahan-bahan terlarut tersebut dapat mempengaruhi *total dissolved solid* (TDS) di badan air.

Berdasarkan uraian di atas maka dilakukan penelitian Kajian Kualitas Air Irigasi di Kelurahan Kayawu Kecamatan Tomohon Utara Kota Tomohon penting dilakukan, Adapun parameter kualitas air irigasi berdasarkan Peraturan

Pemerintah RI No. 22 Tahun 2021 Tentang Perlindungan Dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, Lampiran VI tentang Baku Mutu Air Nasional, Kelas IV Peruntukan Mengairi Pertanian. Hanya ditinjau dari *Total suspended Solid*(TSS), *Total Dissolved Solid* (TDS), Derajat Keasaman(pH), Suhu, Nitrat(NO₃), Nitrit(NO₂), Amonia(NH₃) dan Klorida(Cl). Berdasarkan hal hal tersebut diatas maka dilakukan penelitian kualitas air irigasi Kayawu ditinjau dari parameter TDS, TSS, pH, Suhu, Nitrat (NO₃), Nitrit.

Rumusan Masalah

Bagaimana kualitas air irigasi areal persawahan di Kelurahan Kayawu Kecamatan Tomohon Utara, Kota Tomohon.

Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas air irigasi areal persawahan di Kelurahan Kayawu Kecamatan Tomohon Utara Kota Tomohon.

Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk menambah Ilmu Pengetahuan dan memberikan informasi kepada Pemerintah serta Masyarakat tentang kualitas air Irigasi Kayawu, juga dapat dijadikan pertimbangan pengelolaan kualitas air irigasi di areal persawahan Kayawu Kota Tomohon.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan selama ± dua bulan (2 bulan) yaitu bulan September sampai bulan Oktober 2021, di Kelurahan Kayawu Kecamatan Tomohon Utara Kota Tomohon, kemudian dilanjutkan analisis di Laboratorium Balai Riset dan Standardisasi Industri (Baristand) Manado.

Alat Dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat untuk mengambil sampel air (water sampler), wadah sampel,

cool box, label nama, tissue, GPS, pH meter, termometer, alat tulis menulis, kamera untuk mengambil gambar, serta yang digunakan untuk mengukur parameter yang dianalisis di laboratorium. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sampel air irigasi persawahan sebagai objek penelitian, dan bahan kimia di laboratorium untuk mengukur parameter yang dianalisis.

Lokasi Pengambilan Sampel

Lokasi pengambilan sampel terletak Di Kelurahan Kayawu Kecamatan Tomohon Utara, Kota Tomohon Sulawesi Utara. Sampel penelitian diambil pada dua lokasi yaitu lokasi pertama bagian hulu dan lokasi kedua bagian hilir saluran irigasi areal persawahan di Kelurahan Kayawu. Pengambilan sampel air menggunakan metode *composite sampling*.

Peta Lokasi Penelitian

Prosedur Kerja

Prosedur Kerja di lapangan sebagai berikut:

- Mempersiapkan peralatan yaitu: botol sampel, alat tulis menulis, label nama, *cool box*, dan kamera (untuk mengambil gambar) dan GPS.
- Mengukur parameter suhu dan pH secara insitu
- Melakukan preparasi sampel dilakukan di lapangan
- Melakukan pengambilan sampel air irigasi menggunakan botol sampel, dengan mengisi air sampel irigasi kemudian dimasukan dalam *coll box*.
- kemudian sampel air yang telah diambil darilapangan dibawah ke Laboratorium Baristand Manado untuk dianalisis.

Prosedur kerja di laboratorium

Prosedur kerja di Laboratorium adalah sebagai berikut: Metode yang digunakan untuk menganalisis parameter TSS, TDS, NO₃, NO₂, NH₃, pH, suhu, dan Klorida di sajikan pada table 1.

Teknik Pengumpulan Data

Data primer diperoleh dengan mengambil data langsung di lapangan dan analisis di laboratorium. Teknik pengambilan sampel dengan *composite sampling* yaitu dengan mengambil sampel pada bagian permukaan, bagian dasar, bagian kiri, bagian kanan dan bagian tengah dari saluran irigasi.

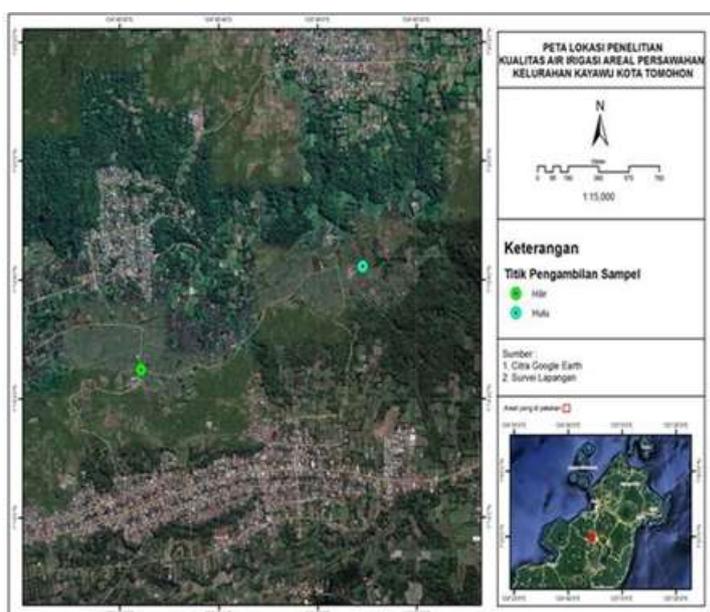
Parameter Yang Dianalisis

Adapun parameter yang diuji secara insitu yaitu suhu dan pH. Parameter yang

dianalisis di Laboratorium adalah TSS, TDS, NO_3 , NO_2 , NH_3 , dan Cl.

Analisis Data

Analisis data secara statistic deskriptif dan membandingkan dengan Baku Mutu Peraturan Pemerintah Nomor 22 tahun 2021 Lampiran VI, Kategori Kelas IV tentang Baku Mutu Air Nasional Peruntukan Mengairi Pertanian.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Tabel 1. Uji Laboratorium

No	Parameter	Metode Analisis
1	TSS	SNI 06-6989.3-2004
2	TDS	SNI 06-6989.27-2005
3	NO_3	SNI 3554:2015 Butir 3.8
4	NO_2	SNI 06-6989.9-2004
5	NH_3	SNI 06-6989.30-2005
6	Klorida	SNI 6989.19:2009

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Analisis

Hasil analisis pengukuran kualitas air irigasi sawah di Kelurahan Kayawu air yang di dibandingkan dengan standar baku

mutu air di PP RI No.22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan Dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, Kategori Air Kelas IV tentang Baku Mutu Air Nasional Peruntukan Mengairi Pertanian dapat dilihat pada Tabel 2.

Padatan Tersuspensi Total/ Total Suspended Solid (TSS)

Berdasarkan hasil pengukuran analisis air irigasi di dapatkan Kadar *Total Suspended Solid (TSS)* di lokasi pengamatan pada bagian hulu adalah 52,5 mg/L, dan pada bagian hilir adalah 192 mg/L, dengan baku mutu lingkungan hidup untuk kategori kelas IV yaitu sebesar 400 mg/L. Jadi hasil pengamatan pada bagian hulu dan hilir masih memenuhi syarat baku mutu. Penyebab terjadinya kenaikan kadar TSS pada titik hilir ini disebabkan banyak aktivitas pertanian berupa pemberian pupuk, penanaman, serta pada lahan terbuka akan menyebabkan laju TSS lebih meningkat, yang menyebabkan naiknya kadar TSS pada bagian hilir. Hasil analisis laboratorium TSS yang didapat dari air irigasi Kelurahan Kayawu disajikan pada gambar 2.

Padatan Terlarut Total/ Total Dissolved Solid (TDS)

Padatan terlarut total atau Total Dissolved Solid (TDS) adalah bahan-bahan terlarut (diameter 10-6 mm) dan koloid (diameter 10-6 mm – 10-3 mm) yang berupa senyawa-senyawa kimia dan bahan-bahan lain yang tidak tersaring pada kertas saring berdiameter 0,45 µm (Rao dalam Effendi, 2003). Berdasarkan hasil

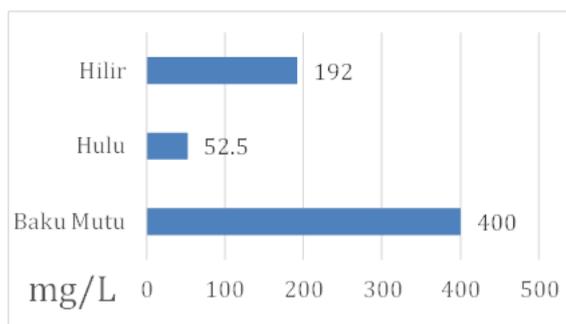
pengukuran analisis air irigasi di dapatkan kadar TDS di lokasi pengamatan pada titik 1 hulu adalah 142 mg/L dan di lokasi pengamatan pada titik 2 hilir adalah 241 mg/L, ini menunjukkan bahwa jumlah TDS di titik 2 hilir konsentrasi TDS lebih tinggi dibandingkan pada titik hulu meskipun demikian konsentrasi TDS pada kedua titik tersebut masih dibawah baku mutu yang telah ditetapkan yaitu 2.000 mg/L pada kategori baku mutu air nasional kelas IV peruntukan mengairi pertanian Peraturan Pemerintah RI No. 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan Dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Hasil analisis laboratorium TDS yang didapat dari air irigasi Kelurahan Kayawu disajikan pada gambar 3.

Suhu

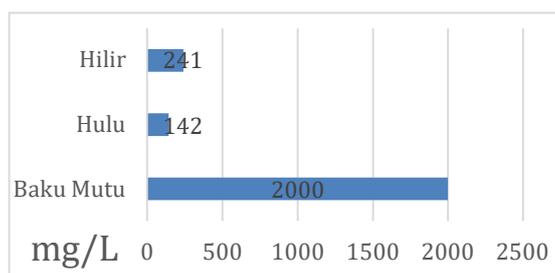
Berdasarkan hasil pengukuran analisis air irigasi di dapatkan Suhu pada lokasi pengamatan titik 1 hulu adalah 23,7° C dan pada pengamatan lokasi titik 2 hilir adalah 22,5° C dengan demikian pada titik hulu dan titik hilir masih dibawah baku mutu yang artinya masih memenuhi syarat untuk irigasi pertanian sesuai dengan baku mutu nasional kategori kelas IV yaitu Dev3. Hasil analisis laboratorium Suhu yang didapat dari air irigasi Kelurahan Kayawu disajikan pada gambar 4.

Tabel 2. Hasil Analisis Air Irigasi Kayawu

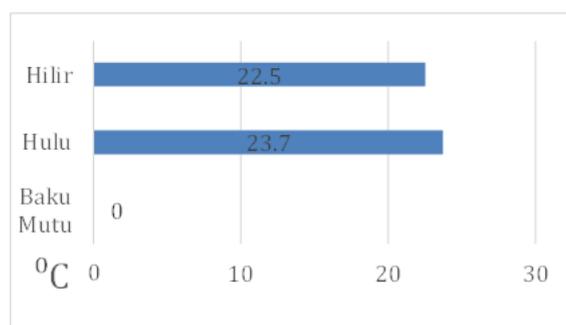
No	Parameter	Satuan	Baku Mutu (Kelas IV)	Hasil Analisis		Metode Analisis
				Titik Hulu	Titik Hilir	
1	TSS	mg/L	400	52,2	192	SNI 06-6989.3-2004
2	TDS	mg/L	2.000	142	241	SNI 06-6989.27-2007
3	NO ₃	mg/L	20	6,31	4	SNI 3554:2015 Butir 3.8
4	NO ₂	mg/L	-	>LOD	>LOD	SNI 06-6989.9-2004
5	NH ₃	mg/L	-	0,20	0,01	SNI 06-6989.30-2005
6	Klorida	mg/L	600	5	52	SNI 6989.19:2009
7	pH		6-9	7,12	6,35	Insitu
8	Suhu	°C	Dev 3	23,7	22,5	Insitu



Gambar 2. Total Suspended Solid (TSS)



Gambar 3. Total Dissolved Solid (TDS)



Gambar 4. Suhu

Nitrat (NO_3)

Pupuk nitrogen di serap tanaman dalam bentuk nitrat dan ammonium. Nitrat (NO_3) yang berlebihan akan hilang ke badan air mengalami residu di lingkungan yaitu di saluran irigasi dan badan air. (Elmi, et al, 2004 dalam Wantasen, 2015).

Berdasarkan hasil pengukuran analisis air irigasi di dapatkan Kandungan Nitrat (NO_3) pada titik lokasi 1 hulu yaitu 6,31 mg/L dan pada titik 2 hilir adalah 4 mg/L dengan baku mutu kategori kelas IV untuk pertanaman yaitu 20 mg/L dengan demikian titik 1 hulu dan titik 2 hilir masih memenuhi syarat dalam air irigasi untuk tanaman karna masih dibawah baku mutu

kategori kelas IV. Hasil Analisis NO_3 dapat dilihat pada gambar 5.

Nitrit (NO_2)

Berdasarkan hasil pengukuran analisis air irigasi di dapatkan kandungan Nitrit (NO_2) pada lokasi pemantauan titik 1 hulu dan titik 2 hilir adalah 0,00065 mg/L, hasil kedua titik tersebut tidak melebihi baku mutu, jadi masih memenuhi syarat sesuai yang ditetapkan dalam Peraturan Pemerintah RI No. 22 tahun 2021. Hasil analisis NO_2 Dapat dilihat pada gambar 6.

Amonia (NH_3)

Berdasarkan hasil pengukuran analisis air irigasi di dapatkan kandungan

Amonia (NH_3) pada lokasi titik 1 hulu adalah 0,20 mg/L dan pada titik 2 hilir adalah 0,01 mg/L. baku mutu menurut kategori kelas IV adalah kadar amonia pada hulu lebih tinggi dibandingkan pada titik hilir, ini disebabkan karna pemberian pupuk yang menyebabkan penguapan terhadap kandungan Amonia (NH_3) pada bagian hilir. Hasil analisis NH_3 di laboratorium yang didapat dari air irigasi Kelurahan Kayawu disajikan pada gambar 7.

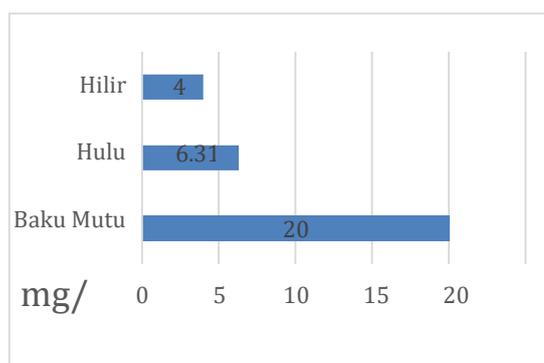
Klorida (Cl)

Berdasarkan hasil pengukuran analisis air irigasi di dapatkan kadar klorida yang memenuhi syarat baku mutu menurut kategori kelas IV adalah 600 mg/L. hasil analisis pada titik 1 hulu dan titik 2 hilir masih memenuhi standar baku mutu yang dimana kadar klorida dibagian hulu adalah 5 mg/L dan di titik hilir adalah 52 mg/L, dimana kadar Klorida pada bagian hilir lebih tinggi dibandingkan bagian hulu ini disebabkan karna Petani

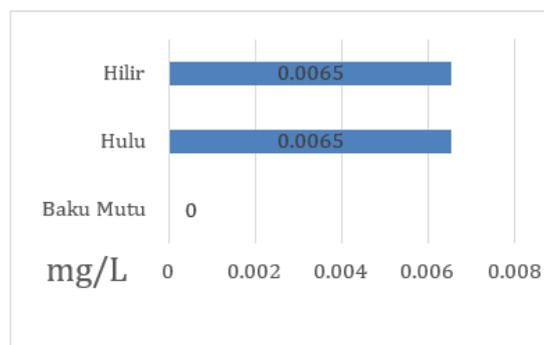
melakukan pemberian/penambahan pupuk KCl yang dimana pemberian pupuk KCl yang berlebihan dapat meningkatkan kadar Klorida pada tanaman. Toksisitas yang paling umum adalah dari klorida dalam air irigasi, bila konsentrasi klorida meningkat maka tanaman akan mengalami nekrosis. Hasil analisis laboratorium yang didapat dari air irigasi Kelurahan Kayawu dapat dilihat pada gambar 8.

Derajat Keasaman (pH)

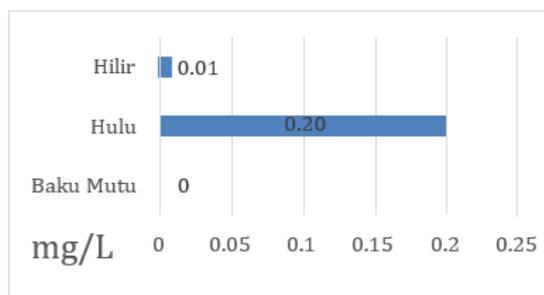
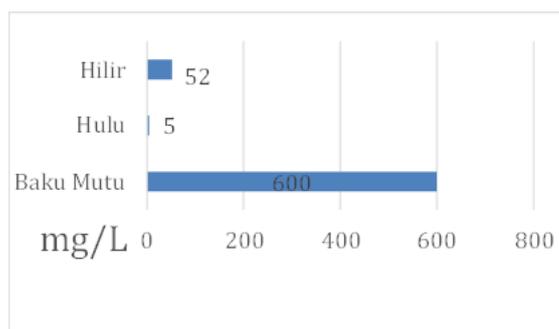
Berdasarkan hasil pengukuran analisis air irigasi di dapatkan pengukuran derajat keasaman (pH) di lokasi penelitian dilakukan dengan menggunakan pH-meter. Hasil pengukuran konsentrasi pH di titik lokasi penelitian di bagian hulu adalah 7,12 dan konsentrasi pH pada titik hilir adalah 6,35 jadi dengan demikian titik hulu dan titik hilir masih memenuhi syarat baku mutu kategori kelas IV yang dimana nilai pH bakun mutu kelas IV. Hasil analisis pH dapat dilihat pada gambar 9.



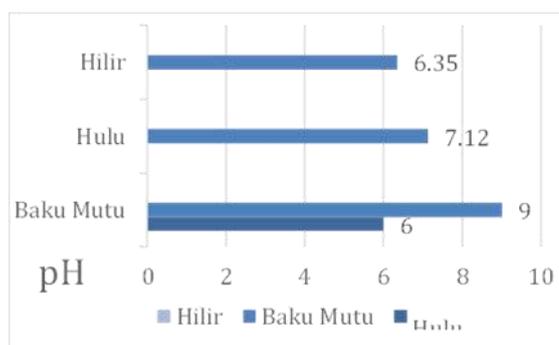
Gambar 5. Nitrat (NO_3)



Gambar 6. Nitrit (NO_2)

Gambar 7. Amonia (NH₃)

Gambar 8. Klorida (Cl)



Gambar 9. Derajat Keasaman (pH) Dari hasil analisis kualitas air irigasi

Kelurahan Kayawu menunjukkan bahwa semua parameter air dibagian hulu maupun bagian hilir masih berada dibawah baku mutu lingkungan hidup kategori Air kelas IV berdasarkan Peraturan Pemerintah RI No. 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan Dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.

KESIMPULAN

Kesimpulan

Kualitas air irigasi di Kelurahan Kayawu Kecamatan Tomohon Utara Kota Tomohon, di tinjau dari Parameter :*Total Suspended Solid* (TSS), kadar TSS pada

bagian Hulu 52,2 mg/L dan pada bagian Hilir 192 mg/L, masih tergolong baik. *Total Dissolved Solid* (TDS), kadar TDS pada bagian Hulu 142 mg/L dan pada bagian Hilir 241 mg/L, masih tergolong baik. Nitrat (NO₃), kadar NO₃ bagian Hulu 6,31 mg/L dan pada bagian Hilir 4 mg/L, masih tergolong baik. Nitrit (NO₂), kadar NO₂ bagian Hulu 0,00065 mg/L dan pada bagian Hilir 0,00065 mg/L, masih tergolong baik. Amonia (NH₃), kadar NH₃ bagian Hulu 0,20 mg/L dan pada bagian Hilir mg/L, masih tergolong baik. Klorida (Cl), kadar Cl pada bagian Hulu 5 mg/L dan pada bagian Hilir 52 mg/L, masih

tergolong baik. Suhu, kadar Suhu pada bagian Hulu 23,7°C dan pada bagian Hilir 22,5°C, masih tergolong baik. Derajat Keasaman (pH) pada bagian Hulu 7,12 dan pada bagian Hilir 6,35, masih tergolong baik. Kualitas air irigasi areal persawahan di Kelurahan Kayawu Kecamatan Tomohon Utara Kota Tomohon masih tergolong baik dan memenuhi syarat sebagai Air Iigasi di Kayawu, berdasarkan Peraturan Pemerintah RI No. 22 tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan Dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, Lampiran VI Kategori Air Kelas IV tentang Baku Mutu Air Nasional Peruntukan Mengairi Pertanian.

Saran

Perlu dilakukan penelitian untuk parameter lainnya yang termasuk dalam Peraturan Pemerintah RI No.22 tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan Dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, Lampiran VI tentang Baku Mutu Air Nasional, Kelas IV Peruntukan Mengairi Pertanian.

DAFTAR PUSTAKA

Badan Pusat Statistik Kota Tomohon Kecamatan Tomohon Utara Dalam Angka 2019.

Bisri, 2009 Irigasi Untuk Pertanian Studi Kasus Di Kecamatan Batu Kota Batu

Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Jurnal Rekayasa Sipil / Volume 3, No.1 – 2009 Issn 1978 – 5658.

Effendi. H., 2003. Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan. Kanisius, Yogyakarta.

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan Dan Pengelolaan Lingkungan Hidup Lampiran VI.

Partowijoto A. 2002. Penelitian kebutuhan Air Lahan dan Tanaman di Beberapa Daerah Irigasi, Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pengairan Vol.16 NO.49, Desember, Th.2002, Pusat penelitian dan Pengembangan Pengairan, Bandung.

Sinaga, J.L; J. Mukhlis, 2013. Kualitas Air Irigasi di Desa Air hitam Kecamatan Limapuluh Kabupaten Batubara, Jurnal online Agroekoteknologi, Volume 2 No. 1 (186-191).

Wantasen, S, 2015. Residu Pupuk Nitrogen Di Lingkungan Perairan Hulu Daerah Aliran Sungai Tondano Provinsi Sulawesi Utara. Jurnal Bumi Lestari, Volume 15 No. 2, Halaman 177.