

OVERVIEW OF TEMPERATURE, PH, DO AND WATER DEPTH AT THE UNIVERSITY OF PALANGKA RAYA'S PEAT TECHNO PARK (PTP)

GAMBARAN UMUM SUHU, PH, DO DAN KEDALAMAN AIR DI PEAT TECHNO PARK (PTP) UNIVERSITAS PALANGKA RAYA

Erniaty^{1*}, Sulmin Gumiri², Ardianor³, Agus Haryono⁴, Yulintine⁵

¹⁾ Program Doktor Ilmu Lingkungan, Universitas Palangka Raya

²⁾³⁾⁵⁾ Jurusan Perikanan, Fakultas Pertanian, Universitas Palangka Raya

⁴⁾ Jurusan Pendidikan Kimia, FKIP, Universitas Palangka Raya

Kampus UPR Tunjung Nyaho, Jl. Yos Sudarso, Palangkaraya Kode Pos 2/PLKUP 73111

*Correspondent Author, email: erny.upr@gmail.com

ABSTRACT

The aquatic environment can be divided into two based on physical and chemical differences, namely: freshwater environment and marine aquatic environment. There are two kinds of freshwater waters, namely: calm (lentic) waters such as lakes, reservoirs and ponds; Flowing waters (lotic) for example rivers, sewers and ditches. In lotic habitats there are two main zones, namely the rushing water zone and the hood zone or calm zone. While in calm or lentic waters in general there are three main zones, namely: the littoral zone, the limnetic zone and the profundal zone (Cantonati et al., 2020). A water can be influenced by several factors including temperature, pH, DO and depth, therefore it is very important if in this case it is discussed about the overview of the waters at PTP Universitas Palangka Raya. By researching the parameters above, it can be seen that: Z, temperature, pH, DO. The correlation between DO and depth is -0.35^{**} meaning it is significant at 0.01 or below 0.05. The temperature with DO is also significant but positive between temperature and DO because the value is 0.41^{**} due to one quadrant according to PC1.

Key words: *Overview, habitat, parameters*

ABSTRAK

Lingkungan perairan (*aquatic*) dapat dibedakan menjadi dua berdasarkan perbedaan fisik dan kimia, yaitu: lingkungan perairan tawar dan lingkungan perairan laut. Perairan air tawar ada dua macam yaitu: perairan tenang (*lentic*) seperti danau, waduk dan kolam; perairan mengalir (*lotic*) misalnya sungai, selokan dan parit. Pada habitat *lotic* ada dua zona utama, yaitu zona air deras dan zona kedung atau zona tenang. Sedangkan pada perairan tenang atau *lentic* pada umumnya terdapat tiga zona utama yaitu: zona litoral, zona limnetik dan zona profundal (Cantonati et al., 2020). Suatu perairan dapat dipengaruhi oleh beberapa factor diantaranya suhu, pH, DO dan kedalaman, karena itu sangatlah penting jika dalam hal ini dibahas tentang gambaran umum perairan pada PTP Universitas Palangka Raya. Dengan meneliti tentang parameter diatas dapat diketahui bahwa: Z, suhu, pH, DO. Korelasi antara DO dan kedalaman adalah -0.35^{**} artinya signifikan pada 0,01 atau dibawah 0,05. Suhu dgn DO juga signifikan tetapi positif antara suhu dan DO karena nilainya $0,41^{**}$ karena satu kuadran menurut PC1.

Kata Kunci : *Gambaran Umum, Habitat, Parameter*

PENDAHULUAN

Pemerintah Indonesia saat ini sedang giat untuk mengembangkan lahan pertanian di daratan rendah, termasuk di lahan gambut guna mengatasi keterbatasan lahan pertanian di pulau Jawa yang luasnya semakin berkurang. Lahan gambut merupakan lahan dengan tanah jenuh air, terbentuk dari endapan yang berasal dari penumpukkan sisa-sisa (residu) jaringan tumbuhan masa lampau yang melapuk, dengan ketebalan lebih dari 50 cm (Rancangan Standar Nasional Indonesia-R-SNI, Badan Sertifikasi Nasional, 2013).

Peat Techno Park (PTP) Universitas Palangka Raya (UPR), didedikasikan sebagai lokasi penelitian dan pengembangan pertanian berkelanjutan di daerah bergambut. Kegiatan yang telah dilakukan di PTP yaitu mengkonversi hutan rawa gambut menjadi lahan sawah, Beje, dan kolam ikan. Lahan sawah merupakan habitat berbagai organisme yang akan terkena dampak langsung oleh perubahan kondisi lingkungan, salah satunya jenis invertebrata. Semua jenis invertebrata mempunyai kepekaan terhadap perubahan kondisi lingkungan, sehingga jumlah dan struktur komunitas

dapat digunakan sebagai indikator perubahan kualitas lingkungan.

Kelimpahan invertebrata di perairan sangat dipengaruhi oleh faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas perairan antara lain suhu, pH, dan kuat arus air (Ding, Shan, Jin, & Gorfine, 2021). Selain itu, invertebrata dapat melakukan proses dekomposisi bahan organik dan melepaskan zat-zat hara ke dalam larutan dalam tanah dan menjadikan bahan organik menjadi bentuk yang lebih sederhana dan bersifat koloid. Oleh karena itu, diperlukan suatu kajian tentang dinamika bentik invertebrata pada hutan rawa gambut yang dikonversi menjadi sawah.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menganalisis gambaran umum suhu, pH, do dan kedalaman air di PTP
2. Menganalisis dinamika suhu, pH, do dan kedalaman

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

1. Sebagai bahan pengembangan ilmu pengetahuan tentang gambaran umum suhu, do, pH dan kedalaman air di PTP
2. Sebagai bahan pengetahuan tentang dinamika suhu, pH, do dan kedalaman perairan di beberapa habitat di PTP

Pemanfaatan dan pengelolaan lahan gambut untuk pertanian di Indonesia semakin intensif dan ekstensif. Hal ini dikarenakan (1) potensi lahan gambut secara kuantitatif cukup besar atau luas, (2) lahan gambut secara kualitatif berpotensi untuk pengembangan usahatani pertanian dengan produktivitas yang tidak selalu rendah, dan (3) ketersediaan lahan pertanian yang ada relatif terbatas dibandingkan dengan lahan pertanian.

Fakta menunjukkan bahwa masyarakat yang tinggal di sekitar lahan gambut sudah mengetahui cara mengelola lahan gambut untuk pertanian, baik untuk tanaman pangan, sayuran, buah-buahan, maupun tanaman perkebunan. Kearifan lokal petani telah membuktikan bahwa lahan gambut dapat dikelola untuk tujuan sosial ekonomi yang produktif, yaitu sebagai sumber pekerjaan, sumber penghidupan dan pemasok pangan, tanpa menimbulkan kerusakan lingkungan yang berarti.

Ekosistem Perairan

Lingkungan perairan (*aquatic*) dapat dibedakan menjadi dua berdasarkan perbedaan fisik dan kimia, yaitu: lingkungan perairan tawar dan lingkungan perairan laut. Perairan air tawar ada dua macam yaitu: perairan tenang (*lentic*) seperti danau, waduk dan kolam; perairan mengalir (*lotic*) misalnya sungai, selokan dan parit. Pada habitat *lotic* ada dua zona utama, yaitu zona air deras dan zona kedung atau zona tenang. Sedangkan pada perairan tenang atau *lentic*

pada umumnya terdapat tiga zona utama yaitu: zona litoral, zona limnetik dan zona profundal (Cantonati et al., 2020). Biota ini antara lain meliputi semua ikan, plankton, bentos, moluska, krustacea, dan reptilia.

Parameter Fisik dan Kimia Perairan

Faktor fisik kimia perairan yang mempengaruhi kehidupan dalam perairan diantaranya adalah: Suhu, pH, DO dan kedalaman.

A. Suhu

Aktivitas mikroorganisme memerlukan suhu optimum yang berbeda-beda. Setiap peningkatan suhu sebesar 10°C akan meningkatkan proses dekomposisi dan konsumsi oksigen menjadi 2-3 kali lipat (Daroni & Arisandi, 2020). Dengan kata lain, makin tinggi kenaikan suhu air, makin sedikit oksigen yang terkandung di dalamnya. Suhu yang berbahaya bagi makrozoobentos berkisar antara 35°C-40°C (Ali & Rosyadi, 2020).

B. pH

Organisme perairan mempunyai kemampuan berbeda dalam menolerir pH perairan. Batas toleransi organisme terhadap pH bervariasi dan dipengaruhi banyak faktor antara lain suhu, oksigen terlarut, alkalinitas, adanya berbagai anion dan kation serta jenis dan stadia organisme (Melay, Tuapattinaya, & Sangadji, 2015). Jika keasaman tanah berlebihan, maka akan mengakibatkan tanah sangat peka terhadap proses biologi, misalnya proses dekomposisi bahan organik oleh makrozoobentos.

C. Oksigen Terlarut (DO)

Oksigen yang terlarut dalam air berasal dari udara dan hasil fotosintesis tumbuh-tumbuhan yang ada di dalam air. Oksigen dari udara terlarut masuk dalam air karena adanya difusi langsung dan agitasi permukaan air oleh aksi angin dan arus turbulen. Banyaknya oksigen terlarut melalui udara ke air tergantung pada luas permukaan air, suhu dan salinitas air (Hamuna, Tanjung, Suwito, Maury, & Alianto, 2018).

D. Kedalaman

Kedalaman perairan yang berbeda akan memberi pengaruh yang berbeda pula terhadap jenis dan kelimpahan makrozoobentos. Kebanyakan organisme bentik di danau, penyebarannya lebih besar dari 5% berada pada kedalaman 10 cm dari permukaan substrat, pada perairan yang mempunyai arus relatif sama (Muhtadi et al., 2016).

Techo Park

A. Definisi

Definisi Techno park menurut *International Association of Science Parks (IASP)* adalah sebuah inisiatif/organisasi yang dikelola secara profesional yang bertujuan untuk meningkatkan

kesejahteraan masyarakat dengan cara mendorong budaya inovasi dan daya saing industri dan institusi berbasis pengetahuan di dalamnya.

B. Peat Techno Park

Peat Techno Park adalah unit yang didirikan oleh UPR untuk mengimplementasikan IPTEK dan inovasi yang telah dan akan terus dikembangkan UPR dengan memanfaatkan lahan untuk membuka dan mengelola model pertanian terpadu yang diharapkan dapat mengembangkan produksi pangan pertanian pada lahan gambut.

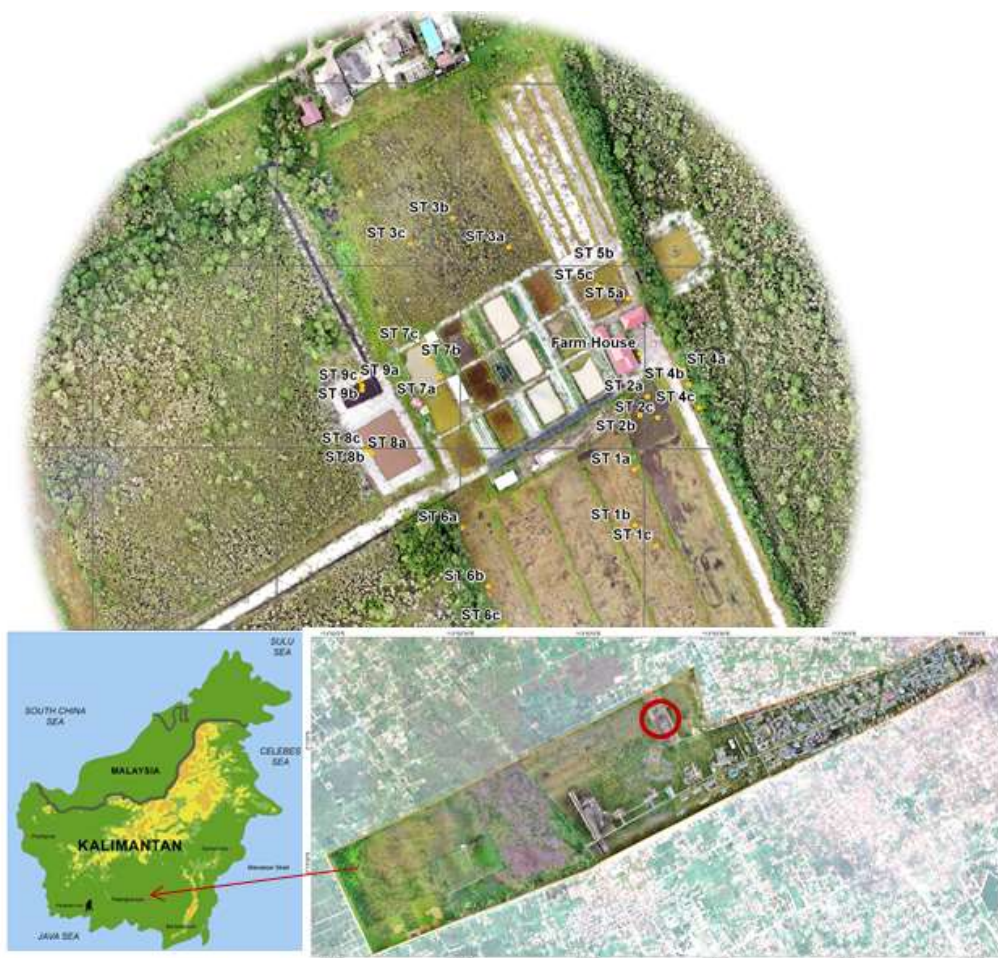
METODE PENELITIAN

Pendekatan Penelitian

Pendekatan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah pendekatan deskriptif kuantitatif dengan metode eksplorasi dengan pengamatan dan pengambilan sampel air secara langsung dari lokasi penelitian.

Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari 2022 sampai dengan Maret 2022 yang berlokasi di lahan sawah *Peat Techno Park* (PTP) Universitas Palangka Raya, Kalimantan Tengah (Gambar 1).



Gambar 1. Lokasi Penelitian di PTP UPR

Metode Pelaksanaan Penelitian

Tahap kegiatan dalam persiapan penelitian meliputi studi literatur tentang kondisi wilayah penelitian, penelitian terdahulu yang berhubungan dengan penelitian, persiapan alat dan bahan yang akan digunakan selama kegiatan penelitian, dan pengumpulan data sekunder sebagai data pelengkap data primer.

Penentuan stasiun lokasi pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan metode pengambilan sampel dilakukan secara sengaja (purposive sampling). Pengamatan dilakukan berdasarkan keterwakilan spasial wilayah perairan yang mencakup 9 titik stasiun pengambilan sampel dimana masing-masing stasiun dibagi kedalam 3 lokasi pengambilan data sampel (Gambar 2).



Gambar 2. Lokasi pengambilan sampel dengan 9 stasiun dan tiap stasiun 3 ulangan

Data hasil pengukuran yang diperoleh dalam kegiatan ini melalui pengukuran data langsung (*in situ*). Parameter yang diukur secara langsung (*in situ*)

meliputi pH, *Disolved Oxygen* (DO), suhu dan kedalaman (Gambar 3).



Gambar 3. Foto pengambilan sampel

Variabel Penelitian

Variabel dalam penelitian ini meliputi parameter fisika dan kimia. Parameter fisika meliputi suhu, pH, DO dan kedalaman.

Analisis Data

Teknik analisis data merupakan tahap analisis secara kuantitatif dengan analisis data *Principal Componen Analysis* (PCA) dan Korelasi Pearson. Analisis PCA dibantu dengan program computer R: *A language and environment for statistical computing* (R Core Team, 2021) dengan *package vegan* (Oksanen et

al., 2020), dan Korelasi Pearson, *package psych* (Revelle, 2021).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran umum suhu, kedalaman, DO dan pH diperairan rawa gambut PTP menjadi penting untuk dilakukan untuk mempelajari seberapa jauh hubungan masing-masing variabel berpengaruh signifikan atau tidak signifikan satu dengan yang lain dan juga bermanfaat sebagai bahan pengembangan ilmu pengetahuan.

Untuk menjawab permasalahan diatas maka hasil penelitian ini akan diulas menjadi 2 bagian:

1. Komposisi suhu, kedalaman, DO dan pH

Tabel 1. Data kedalaman, suhu, pH dan DO pada masing-masing stasiun (9 stasiun, 3 ulangan) selama sampling bulanan Januari, Februari dan Maret 2021.

BulanSta.	Z	suhu	pH	DO	BulanSta.	Z	suhu	pH	DO
Jan1A	28	36,7	4,9	10,1	Feb5C	30	35,7	4,7	12
Jan1B	25	37	4,7	11,6	Feb6A	27	39,1	5,5	10,7
Jan1C	25	36,9	4,6	11,1	Feb6B	20	36,6	4,6	12,5
Jan2A	13	36	5,4	11,7	Feb6C	31	37,7	5,6	11,5
Jan2B	13	35,9	5,5	10,4	Feb7A	32	36,8	5,3	10,3
Jan2C	16	36,1	5,5	10,8	Feb7B	35	36,7	5,2	11,5
Jan3A	28	36,7	5	11,5	Feb7C	34	36,2	5,2	11,3
Jan3B	30	36,6	4,8	11,4	Feb8A	83	38	5	9,5
Jan3C	36	36	4,6	12,2	Feb8B	44	37,5	5	10,3
Jan4A	116	31,9	5	5,1	Feb8C	55	38	5	10,5
Jan4B	113	35,4	4,7	3,9	Feb9A	93	35,4	4,9	10,3
Jan4C	103	29,6	4,7	3,5	Feb9B	143	35,6	4,9	8
Jan5A	100	30,3	4,6	4,5	Feb9C	142	35,8	4,9	9
Jan5B	104	28,8	4,6	3,6	Mar1A	28	30,5	5,3	10
Jan5C	21	29,8	4,6	6,1	Mar1B	29	37	5,1	9,7
Jan6A	17	35	4,7	10,1	Mar1C	24	31	4,9	10
Jan6B	12	36,9	4,4	10,8	Mar2A	27	30,3	5,2	7,3
Jan6C	25	35,3	4,7	12	Mar2B	26	31,5	5,2	10,5
Jan7A	28	33,4	5	6,3	Mar2C	35	35	5,3	9,3
Jan7B	33	32,8	5	6,3	Mar3A	35	32,3	5	6,5
Jan7C	25	33,6	5	6,3	Mar3B	38	31,5	4,8	6,9
Jan8A	100	33,2	5,2	7,8	Mar3C	45	31,4	4,6	27,6
Jan8B	126	33,8	4,9	7,8	Mar4A	114	23	6	5,3
Jan8C	139	33,9	4,8	7,9	Mar4B	114	28,4	5,4	7,3
Jan9A	111	34,2	4,7	4	Mar4C	100	29,1	5,1	5,4
Jan9B	120	34	4,7	4	Mar5A	114	31,3	5,3	6,5
Jan9C	123	34,4	4,7	4	Mar5B	121	30	4,9	5
Feb1A	30	35,9	5,2	11	Mar5C	27	32,4	5	12,2
Feb1B	29	36,5	5	11,3	Mar6A	25	33,9	4,7	11
Feb1C	34	34,6	4,9	11,2	Mar6B	18	39,4	4,5	13,2
Feb2A	29	34,6	5,2	9,3	Mar6C	26	37	4,8	12,8
Feb2B	32	33,6	5,1	8,5	Mar7A	31	37,3	5,2	9,6
Feb2C	26	35,6	5,3	10,1	Mar7B	21	38,9	5,2	9,5
Feb3A	34	37,3	4,8	10	Mar7C	23	29,8	5,5	10
Feb3B	36	36,8	4,6	11,3	Mar8A	140	38,8	5	9,6
Feb3C	46	37	4,5	13,3	Mar8B	137	38,2	5,2	10,7
Feb4A	35	34,2	4,7	5,6	Mar8C	118	38,8	5	10
Feb4B	35	33,8	4,7	5,8	Mar9A	114	36,4	4,9	10,4
Feb4C	35	34,5	4,5	5,7	Mar9B	37	36,1	4,8	10,7
Feb5A	35	31,2	4,6	6,2	Mar9C	141	35,5	5	14,8
Feb5B	35	34,5	4,8	4,4					

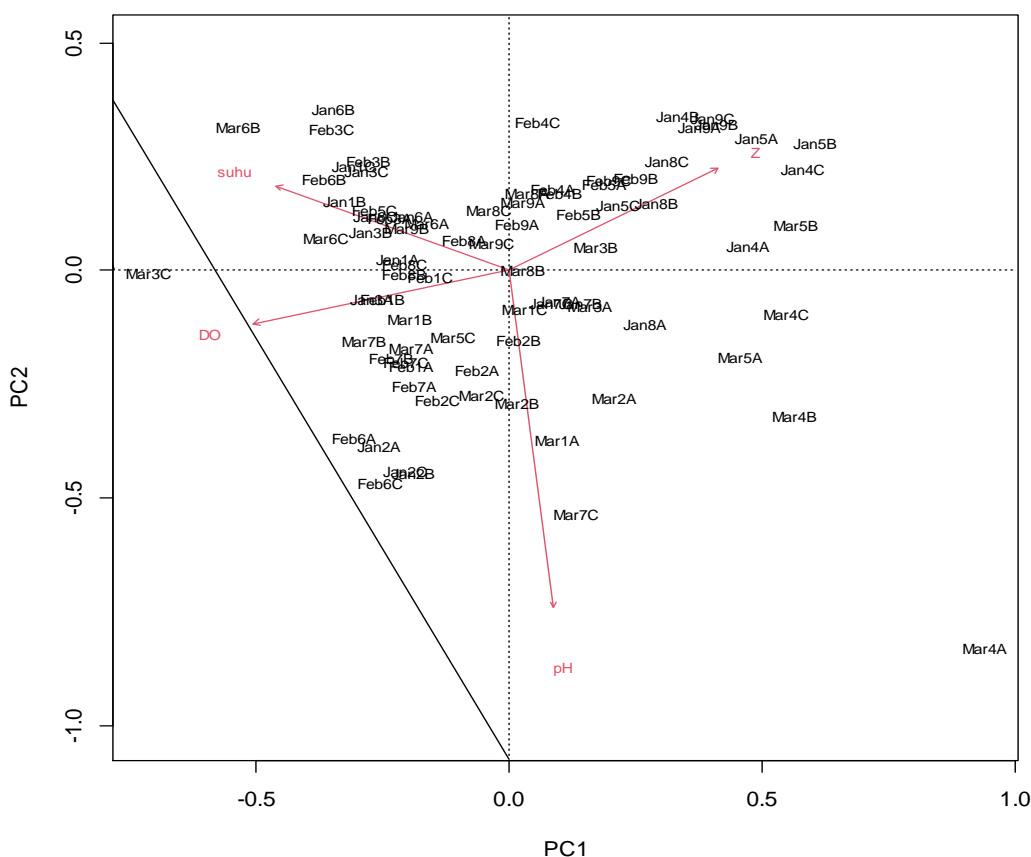
Nilai kedalaman dari 9 stasiun tiga titik sampel dengan 3 bulan pengamatan berkisar antara 12 cm sd 143 cm. Stasiun yang paling dalam berada yaitu Stasiun 6b pada bulan Maret dan stasiun terendah pada

Stasiun 4a pada bulan Maret. Suhu berkisar antara 23oC sd 39,4oC, dengan rata-rata 34.55 oC. Suhu yang paling rendah dijumpai pada Stasiun 1b di bulan Januari, dan yang paling tinggi pada Stasiun 5c di bulan Januari. pH berkisar antara 4,4 sd 6,0 dengan rata-rata 4.96, dimana pH tertinggi pada Stasiun 1b di bulan Januari dan pH terendah pada bulan Maret di Stasiun 4a. Okdigen terlarut (DO) berkisar antara 3,5 sd 27,6 % dengan nilai rata-rata 9.23%. DO tertinggi dijumpai pada Stasiun 7c pada bulan Februari, sebaliknya terendah konsentrasi DO pada bulan Februari pada Stasiun 7a.

2. Keterkaitan kedalaman, suhu, pH dan DO
Keterkaitan antar parameter kualitas air suhu, pH dan do satu sama lain dan dengan kedalaman air di

perairan PTP disajikan dalam grafik Biplot principal component analysis (PCA) pada Gambar 4. Nilai signifikansi secara statistik dengan korelasi Perason atau Pearson product moment antar parameter tersebut disajikan dalam Gambar 5.

Dari grafik biplot PCA pada Gambar 4, terlihat masing-masing variable/parameter yaitu: suhu, kedalaman, pH dan Do mempunyai hubungan positif (searah) dan negatif (berlawanan arah) satu sama lain. Kedalaman air berbanding terbalik dengan DO dan suhu, sementara suhu berbanding terbalik dengan pH. Tingginya suhu ini terutama pada beberapa kombinasi stasiun dan bulan seperti bulan Maret 6b (Mar6B), Januari 6b (Jan6B) , Februari 3c (Feb3C).



Gambar 4. Grafik Biplot principal component analysis (PCA) menunjukan brief tendency atau kecenderungan keterkaitan antara parameter kualitas air, kedalaman air (Z), cm, suhu (°C), oksigen terlarut (DO, %) dan pH (derajat keasaman air), pada masing-masing kombinasi bulan, stasiun dan ulangan, misal Mar4A = Maret stasiun 4A.

pH lebih tinggi dijumpai pada bulanMaret4a, Maret7c dan Maret4b. sedangkan pH rendah bulan Februari dan Januari. Keterkaitan yang paling kuat adalah antara suhu dengan pH secara negative berada pada kuadran yang saling berseberangan secara spasial pada grafik biplot PCA. Kedalaman dan DO juga hal

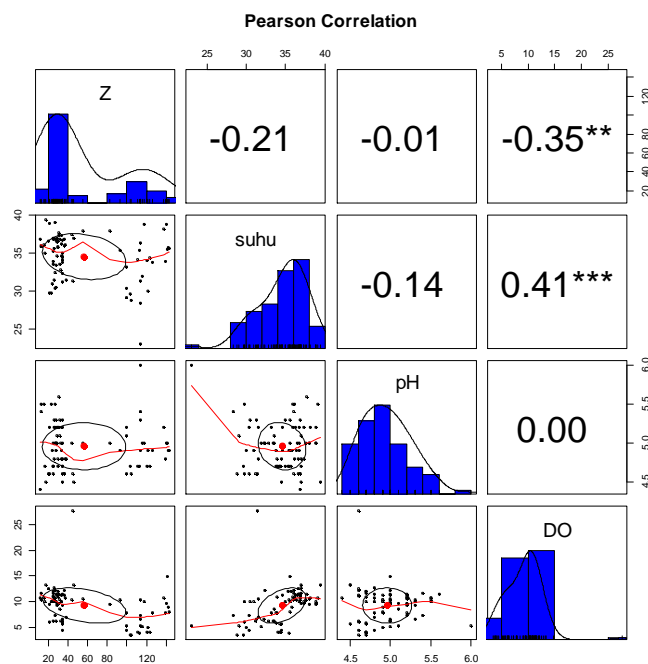
yang sama yaitu negative kuat. Sementara DO tertinggi dikarakterisasi oleh Feb6A, Jan6C, dan Feb6C.

Analisis PCA hanya melihat kecenderungan hubungan dengan variansi yang terakumulasi pada 2 sumbu utama yaitu PCA1 (Eigenvalue = 1.67, proporsi = 42%) dan PCA2 (Eigenvalue = 1.02, proporsi = 26%),

dengan total kontribusi PC1 dan PC2 sebesar sekitar 68%. PCA tidak bisa melihat signifikansi korelasi, tentunya hanya melihat kecenderungan, keterkaitan kecenderungan positif negative dan stasiun mana/kombinasi yang mempengaruhi sehingga untuk melihat signifikansi korelasi menggunakan Pearson (Gambar54).

Dari Gambar 4, terlihat kedalaman (Z), suhu, pH dan DO berkorelasi satu sama lain. Korelasi antara DO dan kedalaman bersifat negative signifikan pada taraf 95% yaitu -0.35^{**} . Suhu dan DO juga signifikan tetapi positif antara suhu dan DO karena nilainya $0,41^{**}$ selaras dalam satu kuadran menurut berdasarkan

sumbu utama PC1. Menurut PC1 secara spasial kuadran hanya ada 2, kiri dan kanan, sedangkan berdasarkan atau menurut sumbu PC2, yaitu 2 kuadran atas dan bawah. Menurut kombinasi PC 1 dan PC2 ada 4, kiri atas, kanan atas, kiri bawah, kanan bawah. Menurut PC1 secara spasial maka suhu dan DO memiliki korespondensi yang positif karena berada pada satu kuadran hal ini didukung oleh analisis korelasi Pearson. Sementara kedalaman dan DO berkorespondensi secara negative berada pada kuadran yang berseberangan secara diagonal, juga diperkuat oleh nilai signifikansi korelasi Pearson (Gambar 5).



Gambar 2. Grafik dan nilai Korelasi Pearson

Dari nilai korelasi Pearson Gambar 3, saat kedalaman air meningkat DO cenderung rendah hal ini wajar karena didominasi oleh air gambut yang terbawa atau tercuci air hujan. Tetapi suhu air dan DO terjadi korelasi positif dimana pada perairan rawa PTP, terlihat semakin tinggi suhu, DO semakin meningkat. Hal ini terlihat aneh dan tidak umum terhadap hubungan suhu dan DO, dimana biasanya berbanding terbalik (Wetzel, 2000). Fenomena ini barangkali di PTP hanya disebabkan oleh kondisi kedalaman air yang relative dangkal serta adanya pengaruh penambahan massa air di stasiun yang berhubungan dengan parit utama. Kedalaman air tinggi pada bulan bulan Januari, titik Jan5B, Jan5C sedangkan suhu rendah pada bulan Maret, terlihat salah satunya pada titik Mar3C.

KESIMPULAN

Dari kajian ini suhu dan kedalaman selama tiga bulan sampling di sembilan stasiun menunjukkan bahwa

suhu air dan kedalaman mempengaruhi secara signifikan terhadap nilai oksigen terlarut yang ada diperaian di rawa PTP UPR. Kedalam air secara negative mempengaruhi suhu dan pH walaupun tidak sampai taraf nyata.

SARAN

1. Agar dilakukan penelitian lanjutan tentang kualitas perairan yang ada di PTP
2. Agar PTP bisa dikenal di kalangan masyarakat maka penting untuk melakukan penelitian dan mempublikasikan PTP sebagai wadah ilmu pengetahuan

DAFTAR PUSTAKA

- Agus, & Husen. (2005). *Tinjauan Umum Multifungsi Pertanian, Balai Penelitian Tanah. Prosiding Multifungsi Pertanian.*
- Ali, M., & Rosyadi, H. I. (2020). *Biomonitoring*

- makrozoobentos sebagai indikator kualitas air sungai. *JURNAL ENVIROTEK*, 12(1). <https://doi.org/10.33005/envirotek.v12i1.43>
- Arazi, R., Isnaini, & Fauziah. (2019). Struktur komunitas dan kelimpahan fitoplankton serta keterkaitannya dengan parameter fisika kimia di perairan pesisir Banyuasin Kabupaten Banyuasin. *Jurnal Penelitian Sains*, 21(1), 1–8. Retrieved from <http://www.ejurnal.mipa.unsri.ac.id/index.php/jps/article/view/524>.
- Beny, W., Setiyawan, M., Dahani, N. C., Hukum, F., Islam, U., Surakarta, B., ... Pendahuluan, A. (2020). Model bank tanah pertanian untuk mewujudkan Indonesia berdaulat pangan. *Jurnal Ilmiah Ilmu Hukum QISTIE*, 13(1), 78–95.
- Cantonati, Poikane, Pringle, Stevens, Turak, Heino, ... Znachor. (2020). Characteristics, Main Impacts, and Stewardship of Natural and Artificial Freshwater Environments: Consequences for Biodiversity Conservation. *Water*, 12(1), 260. <https://doi.org/10.3390/w12010260>
- Dimenta, R. H., Agustina, R., Machrizal, R., & Khairul. (2020). Kualitas sungai Bilah berdasarkan biodiversitas fitoplankton Kabupaten Labuhanbatu, Sumatera Utara. *Ilmu Alam Dan Lingkungan*, 11(2), 24–33.
- Ding, Q., Shan, X., Jin, X., & Gorfine, H. (2021). A multidimensional analysis of marine capture fisheries in China's coastal provinces. *Fisheries Science*, 87(3), 297–309. <https://doi.org/10.1007/s12562-021-01514-9>
- Gani, A., Rosyida, E., & Serdiati, N. (2017). Keanekaragaman Jenis Invertebrata yang Berasosiasi dengan Ekosistem Terumbu Karang di Perairan Teluk Palu Kelurahan Panau Kota Palu. *Jurnal Agrisains*, 18(1), 38–45.
- Hamuna, B., Tanjung, R. H. R., Suwito, S., Maury, H. K., & Alianto, A. (2018). Kajian Kualitas Air Laut dan Indeks Pencemaran Berdasarkan Parameter Fisika-Kimia di Perairan Distrik Depapre, Jayapura. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 16(1), 35. <https://doi.org/10.14710/jil.16.1.35-43>.
- Harini, R., Yunus, H. S., Kasto, K., & Hartono, S. (1993). Nilai ekonomi total konversi lahan pertanian di Kabupaten Sleman. *Jurnal Manusia Dan Lingkungan*, 20(1), 35–48.
- Idjudin, A. A. (2011). Peranan Konservasi Lahan dalam Pengelolaan Perkebunan. Balai Penelitian Tanah. Bogor. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 5(2), 103–116.
- Irawan, B., & Pranadji, T. (2016). Pemberdayaan Lahan Kering untuk Pengembangan Agribisnis Berkelanjutan. *Forum Penelitian Agro Ekonomi*, 20(2), 60. <https://doi.org/10.21082/fae.v20n2.2002.60-76>
- Jamilatun, A., Lestari, F., & Susiana, S. (2020). Patterns of macro algae types in the intertidal zone of Malang Rapat waters, Gunung Kijang District, Bintan Regency, Riau Islands, Indonesia. *Akuatikisile: Jurnal Akuakultur, Pesisir Dan Pulau-Pulau Kecil*, 4(2), 65–71. <https://doi.org/10.29239/j.akuatikisile.4.2.65-71>.
- Jari Oksanen, F. Guillaume Blanchet, Michael Friendly, Roeland Kindt, Pierre Legendre, Dan McGlenn, Peter R. Minchin, R. B. O'Hara, Gavin L. Simpson, Peter Solymos, M. Henry H. Stevens, Eduard Szoecs and Helene Wagner (2020). vegan: Community Ecology Package. R package version 2.5-7. <https://CRAN.R-project.org/package=vegan>
- Kundariati, M., Maghfiroh, L., Indriwati, S. E., Rohman, F., Priyambodo, B., Setyawan, D., & Azean, N. (2020). Analysis of invertebrate and vertebrate animals in Malang Regency as an animal diversity learning resource for biology student at the Universitas Negeri Malang. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 2215, p. 030007). <https://doi.org/10.1063/5.0003781>
- Masadianur. (2014). Keanekaragaman Arthropoda. *IAIN Palangka Raya*, 5(3), 6.
- Melay, S., Tuapattinaya, P., & Sangadji, F. (2015). Kajian faktor lingkungan dan identifikasi filum mollusca, filum echinodermata di ekosistem padang lamun perairan pantai negeri tulehu kabupaten Maluku Tengah. *BIOPENDEX: Jurnal Biologi, Pendidikan Dan Terapan*, 1(2), 117–125. <https://doi.org/10.30598/biopendixvol1issue2page117-125>
- Muhtadi, A., Yunasfi, Y., Leidonald, R., Sandy, S. D., Junaidy, A., & Daulay, A. T. (2016). Status Limnologis Danau Siombak, Medan, Sumatra Utara. *OLDI (Oseanologi Dan Limnologi Di Indonesia)*, 1(1), 39. <https://doi.org/10.14203/oldi.2016.v1i1.16>
- Ningrum, N. C., & Kuntjoro, S. (2021). Kualitas perairan sungai Brangkal Mojokerto berdasarkan indeks keanekaragaman makrozoobentos. *LenteraBio : Berkala Ilmiah Biologi*, 11(1), 71–79. <https://doi.org/10.26740/lenterabio.v11n1.p71-79>
- Octavina, C., Dewiyanti, I., Nurfadillah, N., Ulfah, M., Razi, N. M., Sakinah, R., & Agustiar, M. (2019). Community structure of macrozoobenthos in Lamnyong River, Aceh Province. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 348(1), 012070. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/348/1/012070>
- Patang, F., Soegianto, A., & Hariyanto, S. (2018). Benthic macroinvertebrates diversity as bioindicator of water quality of some rivers in East Kalimantan, Indonesia. *International Journal of Ecology*. <https://doi.org/10.1155/2018/5129421>

- R Core Team (2021). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- Revelle, W. (2021) psych: Procedures for Personality and Psychological Research, Northwestern University, Evanston, Illinois, USA, <https://CRAN.R-project.org/package=psych> Version = 2.1.9
- Wache, S. C. (1992). Invertebrate reproduction & development. *Invertebrate Reproduction and Development*.
<https://doi.org/10.1080/07924259.1992.9672244>
- Wibowo, E. T. (2020). Pembangunan Ekonomi Pertanian Digital Dalam Mendukung Ketahanan Pangan (Studi di Kabupaten Sleman: Dinas Pertanian, Pangan, dan Perikanan, Daerah Istimewa Yogyakarta). *Jurnal Ketahanan Nasional*, 26(2), 204. <https://doi.org/10.22146/jkn.57285>.