

ANALISIS KUALITAS AIR SEBAGAI DASAR PEMANFAATAN PADA LAHAN PERTANIAN DESA SABUHUR KABUPATEN TANAH LAUT

(Analysis of Water Quality as a Basis for Agricultural Land Utilization in Sabuhur Village, Tanah Laut Regency)

Elma Sofia¹, Ulfa Fitriati¹, M. Afief Ma'ruf², Eddy Nashrullah¹, dan Muhammad Hafi¹

¹Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat

² Pendidikan Profesi Insinyur, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat

E-mail: ufitriati@ulm.ac.id

Diterima 16 Oktober 2025, Disetujui 25 April 2026

ABSTRAK

Sektor pertanian memiliki peranan yang sangat penting dalam pembangunan ekonomi Indonesia, karena tidak hanya berfungsi sebagai penyedia kebutuhan pangan, pakan, dan energi, tetapi juga menjadi sumber penghidupan utama bagi masyarakat, khususnya di wilayah pedesaan. Upaya peningkatan produksi padi yang dilakukan pemerintah salah satunya melalui pengembangan jaringan irigasi, yang menjadi faktor penting dalam kegiatan pertanian karena berpengaruh langsung terhadap kualitas maupun kuantitas hasil panen padi. Oleh sebab itu, wilayah yang memiliki potensi sumber daya alam untuk pengembangan irigasi rawa terus diidentifikasi, dievaluasi, dan dikembangkan guna mendukung kegiatan pertanian, perikanan budidaya, serta transportasi air. Pada penelitian ini dilakukan analisa pengujian kualitas air untuk mengetahui kelayakan air yang akan digunakan sebagai lahan pertanian menurut PP Nomor 22 Tahun 2021. Parameter yang diukur pada penelitian ini adalah pengukuran kualitas fisik air di lapangan menggunakan U-50 HORIBA (*multi water quality checker*) yang meliputi suhu, keasaman, daya hantar Listrik, oksigen terlarut dan jumlah padatan terlarut. Lokasi penelitian ini tepatnya berada di Desa Sabuhur yang terletak di Kecamatan Jorong, Kabupaten Tanah Laut yang berada di Provinsi Kalimantan Selatan. Hasil pengukuran parameter-parameter fisik dan kimia air menunjukkan bahwa kondisi air di lahan maupun di sungai atau kolam masih berada dalam rentang yang sesuai untuk mendukung kegiatan pertanian. Kondisi ini menegaskan bahwa lingkungan perairan di sekitar lahan tidak menimbulkan hambatan signifikan bagi pertumbuhan tanaman, bahkan dapat menjadi faktor pendukung penting dalam meningkatkan produktivitas lahan pertanian tersebut. Dengan demikian, air di lokasi penelitian layak digunakan sebagai pertanian. Namun perlu penelitian lebih lanjut tentang karakteristik tanah baik dari sifat fisik maupun kimia.

Kata Kunci: HORIBA, Kualitas Air, Lahan Pertanian

ABSTRACT

Agriculture is a crucial sector in Indonesia's economic development. It provides food for the population, feed and energy resources, and serves as a primary source of livelihood for rural communities. To enhance rice production, one key government program is the development of irrigation networks. These networks play a vital role in agriculture and directly impact both the quality and quantity of rice yields. Regions with natural resources that are suitable for tidal or swamp irrigation systems are continually evaluated and developed. These areas are used for agriculture, aquaculture, and water transportation. This study analyzes water quality to determine its suitability for agricultural use as outlined in Government Regulation No. 22 of 2021. Parameters measured include field assessments of physical water quality using the U-50 HORIBA multi water quality checker. These parameters cover temperature, acidity, electrical conductivity, dissolved oxygen, and total dissolved solids. The research site is Sabuhur Village, Jorong District, Tanah Laut Regency, South Kalimantan Province. Measurements of physical and chemical water quality show that water conditions in agricultural land and nearby rivers or ponds are within acceptable ranges to support farming. This condition confirms that the surrounding aquatic environment does not pose significant constraints on plant growth and instead serves as a key factor in agricultural productivity. Thus, the water at the research site is suitable for agricultural use. However, further research is needed on soil characteristics, both physical and chemical.

Keywords: HORIBA, Water Quality, Agricultural Land

PENDAHULUAN

Sektor pertanian mempunyai peran krusial dalam pembangunan ekonomi Indonesia, karena berkontribusi menyediakan pangan bagi masyarakat, pakan ternak, sumber energi, serta mata pencaharian utama bagi penduduk pedesaan. Untuk meningkatkan produksi padi, pemerintah melaksanakan program pengembangan jaringan irigasi sebagai faktor kunci pendukung dalam kegiatan pertanian serta memengaruhi langsung kuantitas dan kualitas hasil panen padi.

Salah satu strategi untuk meningkatkan hasil produksi pangan adalah optimalisasi lahan rawa, baik jenis rawa lebak ataupun rawa pasang surut. Potensi lahan rawa di Indonesia sangat besar, yakni sekitar 33,4 juta ha, di mana 11,04 juta ha di antaranya berpotensi dikembangkan untuk pertanian. Hingga kini, pemanfaatan lahan rawa telah mencapai sekitar 1.676.786 ha, yang meliputi rawa pasang surut sebesar 801.322 ha, rawa lebak sebesar 757.072 ha dan tambak sebesar 118.392 ha (Kementerian Pertanian, 2016). Oleh karena itu kawasan yang memiliki sumber daya alam yang memiliki potensi untuk irigasi rawa terus dikaji dan dikembangkan guna keperluan pertanian, budidaya ikan, dan transportasi air. Pada penelitian ini dilakukan analisa pengujian kualitas air untuk mengetahui kelayakan air yang akan digunakan sebagai lahan pertanian menurut PP Nomor 22 Tahun 2021.

Pengolahan tanah dan air di kawasan rawa sangat dipengaruhi oleh kondisi muka air sungai, iklim, jenis tanah, serta masuknya air payau (Blango dkk., 2019; Yang dkk., 2025). Ketika muka air sungai tinggi, aliran air menuju rawa jadi terhambat. Sebaliknya bila permukaan air sungai rendah maka pembuangan air dari daerah rawa lebih mudah dilakukan. Musim dan pasang surut air laut mempengaruhi ketinggian permukaan air di sungai (Fahmid dkk., 2022; Zhao dkk., 2018). Volume air sungai meningkat sehingga muka air menjadi tinggi ketika musim hujan tiba. Situasi serupa juga terjadi saat air laut pasang, karena permukaan laut yang tinggi menghambat aliran sungai sehingga permukaan sungai juga menjadi tinggi.

Air payau yang masuk ke lahan rawa tidak cocok untuk irigasi sawah karena akan merusak tanaman (Liu dkk., 2021; Wang dkk., 2025). Oleh sebab itu, di perlukan pemeriksaan kualitas air secara berkala agar air yang dipakai untuk irigasi bebas dari kandungan air payau. Air dengan nilai Daya Hantar Listrik (DHL) rendah dan pH rendah menunjukkan asal-usul dari tanah gambut. Sebaliknya, air dengan DHL tinggi dan pH rendah berasal dari tanah sulfat masam, akibat pelepasan aluminium serta besi dari senyawa pirit. Sementara itu, air dengan DHL tinggi dan pH tinggi mengindikasikan intrusi air laut yang bersifat asin.

Menurut (Hardjoso, 2007) untuk daerah pasang surut, syarat kualitas airnya yaitu:

Tabel 1. Standar Kualitas Air untuk Wilayah Pasang Surut

Komponen	Baik	Sedang	Buruk
Konsentrasi besi (mg/l)	≤ 2	2 – 5	> 5
Konsentrasi aluminium (mg/l)	≤ 1	1-3	> 3
Konsentrasi sulfat (mg/l)	≤ 100	100 – 150	> 150
Derajat keasaman	> 5	4 – 5	< 4
Oksigen terlarut (mg/l)	≥ 4	2,5 – 4	$< 2,5$
Konsentrasi Klorida (mg/l)	≤ 500	500 – 750	> 750

Pemerintah, 2021) Nomor 22 adalah

Syarat kualitas air golongan IV menurut (Peraturan

Tabel 2. Daftar Kriteria Mutu Kualitas Air Golongan IV

No	Parameter	Satuan	Kadar Maksimum
A	Fisika		
1	Temperatur	°C	Suhu air normal
2	Kandungan Zat padat terlarut (TDS)	Mg/liter	2000
3	Daya hantar listrik	Mmhos/cm	2250
B	Kimia		
	Kimia Anorganik		
1	Air Raksa	Mg/liter	0,005
2	Arsenik	Mg/liter	1
3	Boron	Mg/liter	1

Kualitas air diukur melalui parameter fisika (seperti suhu, total zat padat terlarut, dan kekeruhan), parameter kimia (seperti oksigen terlarut, pH, kadar logam berat, serta BOD), serta parameter biologis (seperti populasi bakteri dan plankton). Dari Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 22 pada Tahun 2021 diketahui bahwa salah satu upaya menjaga kondisi air agar tetap sesuai untuk peruntukannya mempertahankan kualitasnya dalam keadaan alami adalah pengelolaan kualitas air.

Kualitas air merupakan faktor penentu utama kesesuaiannya untuk penggunaan sehari-hari maupun irigasi pertanian, mengingat tidak seluruh jenis air memenuhi syarat tersebut. Air yang tidak sesuai untuk irigasi umumnya mengandung zat kimia toksik bagi tanaman, yang dapat bereaksi dengan tanah dan menurunkan sifat fisiknya. Oleh karena itu, air irigasi pertanian seharusnya memenuhi standar baku mutu air irigasi kelas IV sesuai Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021, guna memastikan keamanan pengairan tanaman.. Beberapa parameter utama yang menentukan kualitas air antara lain Boron, Daya Hantar Listrik (DHL), dan Nisbah Adsorpsi Natrium (*SAR/Sodium Adsorption Ratio*) (Foth, 1994). Selain parameter DHL, kadar boron, dan Sodium Adsorption Ratio (SAR), nilai pH juga harus diperhatikan karena tingkat keasaman memengaruhi ketersediaan unsur hara bagi tanaman (Regina Sigar dkk., 2019).

Salinitas berkaitan dengan kondisi pengairan yang buruk akibat dari pengelolaan air yang tidak optimal (Mohanavelu dkk., 2021; Thorslund dkk., 2021). Tingginya kandungan garam terlarut dapat mempengaruhi kemampuan tanaman dalam penyerapan nutrisi dan air seiring meningkatnya tekanan osmotik. Secara khusus tingkat garam yang berlebihan dapat menyebabkan tanaman keracunan, terutama akibat ion Cl^- dan Na^+ (Noor, 2004).

Intrusi air asin (salinisasi) adalah batasan utama dalam pengelolaan pertanian di kawasan lahan pasang surut, khususnya selama musim kemarau. Bagi tanaman padi, tingkat salinitas kritis mencapai 5 mS/cm. Namun, pada musim hujan, ambang batas ini meningkat akibat efek penetralan dari air hujan.

Intrusi air asin dapat dibagi menjadi dua kelompok, yakni:

1. Salin, jika nilai DHL mencapai 5 mS/cm atau lebih pada saluran primer yang berlangsung lebih dari 1 (satu) bulan.
2. Tidak salin, jika nilai DHL berada di bawah atau sama dengan 5 mS/cm pada saluran primer yang berlangsung selama 1 (satu) bulan atau kurang (BAPPENAS, 2020).

METODE

Lokasi penelitian berada di Desa Sabuhur yang terletak di Kecamatan Jorong, Kabupaten Tanah Laut yang berada di Provinsi Kalimantan Selatan. Pada lokasi ini telah dilakukan kajian untuk aspek karakteristik tanah (Nashrullah dkk., 2025). Pada penelitian ini yang akan di analisis adalah aspek kualitas air.



Gambar 1. Lokasi Pengambilan Sampel Air

Dalam kajian ini yang diukur adalah kualitas fisik air di lapangan dengan menggunakan U-50 HORIBA (*multi water quality checker*) yang meliputi: Suhu, keasaman, daya hantar Listrik, oksigen terlarut dan jumlah padatan terlarut. Pengujian sampel air dilakukan pada tanggal 9 Mei 2024 pada beberapa titik dengan kondisi cuaca cerah, tidak ada hujan pada hari tersebut dan hari sebelumnya. Titik 1 dan 2 sampel diambil di saluran drainase yang ada di sekitar rencana lahan sawah, sedangkan titik 3 dan 4 di sungai dan kolam penampungan air yang ada di ujung lahan PT. Inhutani.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Desa Sabuhur memiliki wilayah rawa yang luas. Secara fisik, tanah pada kawasan rawa biasanya mengandung air dalam jumlah tinggi, terutama pada daerah rawa pasang surut, di mana naik turunnya air laut secara langsung mempengaruhi kadar air tanah. Hasil kajian mengenai aspek karakteristik tanah pada lokasi ini menyebutkan bahwa daerah ini memiliki potensi pertanian dengan pengelolaan yang tepat (Nashrullah dkk., 2025).

Adanya endapan organik yang sudah terakumulasi selama bertahun-tahun membuat lahan rawa memiliki kesuburan tanah yang tinggi. Rawa secara alami membentuk gambut yang berasal dari akumulasi sisa-sisa tanaman yang terurai tidak sempurna dengan ketebalan melebihi 50 cm berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 57 Tahun 2016. Berdasarkan pengukuran kualitas fisik air langsung di lapangan dengan menggunakan U-50 HORIBA (*multi water quality checker*) hasil uji horiba dapat dilihat pada **Tabel 3..**

Tabel 3. Hasil Uji Horiba

Titik	1	2	3	4
Koordinat	4,0268 114,887	4,0266 114,890	4,0315 114,883	4,0314 114,882
°C	29,5	28,48	30,19	30,95

Titik	1	2	3	4
pH	5,5	5,7	6,87	6,88
pHmV	-66	-59	-40	-35
ORPmV	39	135	-19	-65
mS/cm	0,046	0,05	0,027	0,029
NTU	0,6	0,5	5,2	4,9
mg/L DO	3,69	6,97	9,86	11,82
% DO	48,7	90,5	131,2	159,1
g/L TDS	0,03	0,032	0,018	0,019
ppt	0	0	0	0

Pada **Tabel 3** dapat terlihat bahwa hasil uji kualitas air menggunakan alat Horiba memberikan penjelasan yang cukup jelas mengenai beberapa parameter penting yang memengaruhi pertumbuhan tanaman di lahan pertanian. Suhu air yang terukur berada pada kisaran 28–31°C, di mana nilai ini termasuk dalam kategori suhu optimum untuk mendukung pertumbuhan tanaman. Secara umum, suhu sekitar 30°C dianggap sebagai titik ideal karena pada kondisi tersebut proses fotosintesis, respirasi, serta penyerapan nutrisi oleh akar dapat berlangsung secara seimbang. Apabila suhu terlalu rendah, metabolisme tanaman akan berjalan lambat, sedangkan suhu yang terlalu tinggi dapat menyebabkan stres panas yang berdampak pada pertumbuhan dan menurunkan hasil produksi. Oleh karena itu, rentang suhu 28–31°C yang ditemukan pada lahan ini bisa dikatakan cukup mendukung kelangsungan pertumbuhan padi maupun komoditas pertanian lainnya.

Selain suhu, parameter penting lain yang dianalisis adalah tingkat keasaman (pH) air. Pengukuran menunjukkan bahwa nilai pH berada dalam rentang antara 5–6 di area lahan, sedangkan pada air sungai atau kolam berada pada kondisi netral, yaitu sekitar pH 6–7. Nilai ini menunjukkan bahwa air di lahan tersebut tidak terlalu asam sehingga masih layak untuk pertumbuhan tanaman. Pada umumnya, tanaman pertanian pada rentang pH 5,5–7,0 dapat tumbuh baik, karena dalam kondisi tersebut unsur hara yang ada dalam tanah lebih mudah larut dan tersedia bagi akar tanaman. Jika pH terlalu rendah (asam), beberapa unsur hara seperti fosfor menjadi tidak tersedia, sementara logam beracun seperti aluminium atau besi justru jumlahnya dapat meningkat. Sebaliknya, jika pH terlalu tinggi (basa), unsur mikro seperti zinc atau mangan akan sulit diserap. Oleh karena itu, kondisi pH di lahan maupun sungai/kolam yang mendekati netral dapat dianggap sangat mendukung aktivitas pertanian.

Parameter berikutnya adalah daya hantar listrik (DHL), yang menunjukkan jumlah ion atau garam terlarut dalam air. Hasil uji menunjukkan bahwa nilai DHL di area lahan berkisar antara 0,04–0,05 mS/cm, sedangkan di sungai atau kolam hanya sekitar 0,02–0,03 mS/cm. Untuk kegiatan pertanian, angka ini jauh di bawah batas maksimum 2,25 mS/cm. Kondisi ini menandakan bahwa kandungan garam terlarut masih sangat rendah, sehingga tidak berpotensi menyebabkan salinitas yang dapat mengganggu penyerapan air oleh akar tanaman. Air dengan kadar garam tinggi biasanya menimbulkan tekanan osmotik yang membuat tanaman kesulitan menyerap air, meskipun jumlah air tersedia cukup. Maka,

dengan DHL yang rendah, lahan ini tergolong aman dari risiko salinitas.

Selanjutnya, kekeruhan air juga diukur sebagai salah satu parameter kualitas air, meskipun untuk kebutuhan pertanian tidak ada standar baku yang ditetapkan. Dari hasil pengukuran, kekeruhan air di sekitar lahan tercatat 0,5–0,6 NTU, sedangkan pada sungai atau kolam berkisar 4–5 NTU. Nilai ini menunjukkan bahwa air di lahan pertanian relatif jernih, sehingga tidak mengganggu penetrasi cahaya atau aktivitas organisme akuatik yang dapat membantu ekosistem sawah. Sementara itu, nilai kekeruhan di sungai atau kolam yang sedikit lebih tinggi masih tergolong normal, karena biasanya dipengaruhi oleh partikel yang terjebak akibat aliran air atau aktivitas alami di perairan.

Salah satu parameter penting yang memiliki pengaruh terhadap kehidupan mikroorganisme dalam tanah maupun air yaitu oksigen terlarut (DO). Hasil pengukuran menunjukkan oksigen terlarut di lahan sekitar 3–7 mg/L, sementara di sungai atau kolam mencapai 9–12 mg/L. Menurut standar, oksigen terlarut yang baik untuk ekosistem akuatik maupun kegiatan pertanian minimal berada di atas 4 mg/L. Dengan demikian, kondisi di sungai/kolam jelas berada pada kategori sangat baik, sedangkan kondisi di lahan masih cukup layak meskipun ada beberapa titik yang hanya mencapai 3 mg/L. Ketersediaan oksigen ini penting, karena berpengaruh pada proses dekomposisi bahan organik, respirasi akar tanaman, serta aktivitas mikroba yang berperan dalam penyediaan unsur hara.

Parameter terakhir yang di analisis adalah jumlah zat padat terlarut (TDS). Hasilnya menunjukkan bahwa konsentrasi TDS di sekitar lahan hanya 0,03 g/L, sedangkan di sungai atau kolam 0,02 g/L. Sedangkan konsentrasi TDS batas maksimum yang diperbolehkan, yaitu 2 g/L. Hal tersebut menunjukkan bahwa air tidak mengandung padatan terlarut berlebih seperti mineral, garam, maupun bahan organik yang dapat mengganggu pertumbuhan tanaman. Semakin rendah TDS, semakin baik kualitas air karena risiko pengendapan atau akumulasi senyawa yang dapat memengaruhi kesuburan tanah menjadi lebih kecil.

Secara keseluruhan, hasil pengukuran parameter-parameter fisik dan kimia air yang meliputi temperatur, derajat keasaman, daya hantar listrik, kekeruhan, oksigen yang terlarut, serta zat padat terlarut menunjukkan bahwa kondisi air di lahan maupun di sungai atau kolam masih berada dalam rentang yang

sesuai untuk mendukung kegiatan pertanian. Kondisi ini menegaskan bahwa lingkungan perairan di sekitar lahan tidak menimbulkan hambatan signifikan bagi pertumbuhan tanaman, bahkan dapat menjadi faktor pendukung penting dalam meningkatkan produktivitas lahan pertanian tersebut.

Namun, jika dikaitkan dengan karakteristik tanah rawa di Desa Sabuhur (Nashrullah dkk., 2025) yang memiliki permeabilitas rendah (1,86–3,64 cm/jam), porositas sedang–tinggi, serta *bulk density* yang sebagian melampaui batas kritis, maka potensi akumulasi zat terlarut dalam tanah tetap perlu diwaspadai. Hubungan antara EC dan TDS mengindikasikan bahwa peningkatan kandungan zat terlarut, meskipun kecil, dapat berdampak pada sifat kimia tanah dalam jangka panjang, terutama pada kondisi drainase terbatas. Selain itu, variasi nilai ORP air (-65 hingga 135 mV) yang mencerminkan kondisi redoks juga relevan dengan tingginya kandungan Fe tanah (112,19–507,47 ppm), yang berpotensi meningkatkan risiko mobilisasi Fe^{2+} pada kondisi reduktif. Kebaruan penelitian ini terletak pada integrasi analisis kualitas air dan sifat fisik-kimia tanah secara simultan, yang memberikan pemahaman lebih komprehensif terhadap interaksi air–tanah dalam sistem lahan rawa. Oleh karena itu, untuk memperkuat temuan, diperlukan analisis lanjutan berupa evaluasi keterkaitan kuantitatif antar parameter serta kajian dampak jangka panjang terhadap kesuburan tanah dan produktivitas lahan.

KESIMPULAN

Berdasarkan pengukuran berbagai parameter kualitas air yaitu temperatur, derajat keasaman, daya hantar listrik, kekeruhan, total zat padat terlarut, serta oksigen terlarut dapat disimpulkan bahwa kondisi air di lahan, sungai, maupun kolam masih memenuhi baku mutu air kelas IV sesuai Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021. Suhu air berada dikisaran optimum untuk pertumbuhan tanaman, pH mendekati netral sehingga mendukung ketersediaan unsur hara, DHL dan TDS jauh di bawah ambang batas yang ditetapkan sehingga aman dari risiko salinitas maupun akumulasi zat padat, tingkat kekeruhan relatif rendah, serta DO umumnya berada di atas standar minimum meskipun di beberapa titik masih perlu di perhatikan. Dengan demikian, air di lokasi penelitian yaitu Desa Sabuhur yang terletak di Kecamatan Jorong layak digunakan sebagai pertanian. Namun perlu diteliti lebih lanjut karakteristik tanah baik dari sifat fisik maupun kimia.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Lambung Mangkurat yang telah menyediakan dana penelitian pada tahun 2024 berdasarkan SK No. 1293/UN8/PG/2024 yang ditandatangani pada tanggal 27 Mei 2024.

REFERENSI

- BAPPENAS.** (2020). Pengembangan dan Pengelolaan Rawa Berkelanjutan. ITB Press.
- Blango, M. M., Cooke, R. A. C., & Moiwo, J. P.** (2019). Effect of soil and water management practices on crop productivity in tropical inland valley swamps. *Agricultural Water Management*, 222, 82–91. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2019.05.036>
- Fahmid, I. M., Wahyudi, Agustian, A., Aldillah, R., & Gunawan, E.** (2022). The Potential Swamp Land Development to Support Food Estates Programmes in Central Kalimantan, Indonesia. *Environment and Urbanization ASIA*, 13(1), 44–55. <https://doi.org/10.1177/09754253221078178>
- Foth, H.** (1994). Dasar-Dasar Ilmu Tanah (Diterjemahkan oleh Soemarto). Erlangga, Jakarta.
- Hardjoso, P.** (2007). Intisari Temu Kerja Kilas Balik Pengairan Pasang Surut, Seminar Nasional Pengelolaan Rawa Untuk Menunjang Ketahanan Pangan Nasional, Universitas Gadjah Mada.
- Kementerian Pertanian.** (2016). Pedoman Teknis Pengembangan Irigasi Rawa.
- Liu, C., Cui, B., Hu, C., Wu, H., & Gao, F.** (2021). Effects of mixed irrigation using brackish water with different salinities and reclaimed water on a soil-crop system. *Water Reuse*, 11(4), 632–648. <https://doi.org/10.2166/wrd.2021.043>
- Mohanavelu, A., Naganna, S. R., & Al-Ansari, N.** (2021). Irrigation Induced Salinity and Sodicty Hazards on Soil and Groundwater: An Overview of Its Causes, Impacts and Mitigation Strategies. *Agriculture 2021*, Vol. 11, Page 983, 11(10), 983. <https://doi.org/10.3390/agriculture11100983>
- Nashrullah, E., Fitriati, U., Novitasari, N., Sofia, E., & Widiastuti, E.** (2025). Identifikasi Karakteristik Sifat Fisik dan Kimia Tanah Pada Kawasan Rencana Pengembangan Daerah Irigasi Rawa Sabuhur. *Acta Solum*, 3(2), 94–101. <https://doi.org/10.20527/actasolum.v3i2.3153>
- Noor, M.** (2004). Lahan Rawa: Sifat dan Pengolahan Tanah Bermasalah Sulfat Masam.
- Peraturan Pemerintah.** (2016). Perlindungan Dan Pengelolaan Ekosistem Gambut (Nomor 57 Tahun 2016). Presiden Republik Indonesia.
- Peraturan Pemerintah.** (2021). Penyelenggaraan Perlindungan Dan Pengelolaan Lingkungan Hidup (Nomor 22 Tahun 2021). Presiden Republik Indonesia.

Regina Sigar, S., Rumambi, D. P., & Rantung, R. A.
(2019). Analisis Kelayakan Air DAS Talawaan
Sebagai Sumber Air Irigasi.

**Thorslund, J., Bierkens, M. F. P., Oude Essink, G. H.
P., Sutanudjaja, E. H., & van Vliet, M. T. H.**
(2021). Common irrigation drivers of freshwater
salinisation in river basins worldwide. *Nature
Communications*, 12(1), 4232.
<https://doi.org/10.1038/s41467-021-24281-8>

**Wang, R., Cao, H., Kang, S., Du, T., Tong, L., Kang,
J., Gao, J., & Ding, R.** (2025). Agronomic
measures improve crop yield and water and
nitrogen use efficiency under brackish water
irrigation: A global meta-analysis. *Agricultural
Systems*, 226(1), 104304.
<https://doi.org/10.1016/j.agsy.2025.104304>

Yang, J., Jin, X., Jin, Y., & Mao, X. (2025). Long term
analysis of alpine swamp meadow: area and
water balance. *Plant and Soil* 2025, 1–21.
<https://doi.org/10.1007/s11104-025-07716-9>

**Zhao, D., He, H. S., Wang, W. J., Liu, J., Du, H., Wu,
M., & Tan, X.** (2018). Distribution and Driving
Factors of Forest Swamp Conversions in a Cold
Temperate Region. *International Journal of
Environmental Research and Public Health*,
15(10), 2103.
<https://doi.org/10.3390/ijerph15102103>