

## Efektifitas tumbuhan air sebagai fitoremediasi pada limbah air pabrik pengolahan sawit [Effectiveness of aquatic plants as phytoremediation in palm oil processing factory wastewater]

Mustaqim Mustaqim<sup>1\*</sup>, Wenny Novita Sari<sup>2</sup>, Irfannur Irfannur<sup>3</sup>, Yusrizal Akmal<sup>3</sup>, Muliari Muliari<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan, Sumatera Utara, Indonesia

<sup>2</sup> Program Studi Peternakan, Fakultas Sains Pertanian dan Peternakan, Universitas Islam Kebangsaan, Bireuen, Indonesia

<sup>3</sup> Program Studi Akuakultur, Fakultas Pertanian Universitas Almuslim. Jln. Almuslim Matangglumpangdua, Bireuen-Aceh Indonesia

<sup>4</sup> Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Malikussaleh. Reuleut, Kec. Muara Batu, Kabupaten Aceh Utara

**ABSTRACT** | The research aims to see the effect of using kale (*Ipomoea Aquatica*), water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) and apu-apu (*Pistia statiotes*) in the phytoremediation process on water quality in palm oil mill waste. The design used in this research is an experimental design using a non-factorial Completely Randomized Design (CRD). The treatments in the study used 4 treatments and three replications, namely P1: 20 liters of palm oil waste + 600 grams of water spinach, P2: 20 liters of palm oil waste + 600 grams of water hyacinth, P3: 20 liters of palm oil waste + 600 grams of apu-apu, P4: 20 liters of palm oil waste. The observation parameters in this study include pH, DO, Temperature, Nitrate and Phosphate. The results showed that the best aquatic plants in phytoremediation of palm oil wastewater were in treatment B (water hyacinth) and the lowest in treatment D (control). From the results obtained, it can be concluded that water hyacinth is suitable for use as a plant in phytoremediation and is able to improve the quality of palm oil wastewater.

**Key words** | Aquatic plants, phytoremediation, palm water waste

**ABSTRAK** | Penelitian bertujuan untuk melihat pengaruh penggunaan tumbuhan kangkung (*Ipomoea Aquatica*), Eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) dan apu-apu (*Pistia statiotes*) dalam proses fitoremediasi terhadap kualitas air pada limbah pabrik kelapa sawit. Serta untuk mengetahui pengaruh limbah terhadap biomassa tumbuhan air. Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu rancangan eksperimental dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) non faktorial. Adapun perlakuan dalam penelitian menggunakan 4 perlakuan dan tiga ulangan yaitu P1 : 20 liter limbah sawit + 600 gr kangkung, P2 : 20 liter limbah sawit + 600 gr eceng gondok, P3 : 20 liter limbah sawit + 600 gr apu-apu, P4 : 20 liter limbah sawit. Parameter pengamatan pada penelitian ini meliputi pH, DO, Suhu, Nitrat dan Fosfat. Hasil menunjukkan bahwa tanaman air terbaik dalam fitoremediasi limbah air sawit terdapat pada perlakuan B (Eceng gondok) dan terendah pada perlakuan D (kontrol). Dari hasil yang di dapat, dapat disimpulkan bahwa eceng gondok layak digunakan sebagai tumbuhan pada fitoremediasi dan mampu memperbaiki kualitas limbah air sawit.

**Kata kunci** | Tumbuhan air, fitoremediasi, limbah air

**Received** | 15 Februari 2024, **Accepted** | 4 April 2024, **Published** | 7 Mei 2024.

**\*Koresponden** | Mustaqim, Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan, Sumatera Utara, Indonesia. **Email:** mustaqim@unimed.ac.id

**Kutipan** | Mustaqim, M., Sari, W.N., Irfannur, I., Akmal, Y., Muliari, M. (2024). Efektifitas tumbuhan air sebagai fitoremediasi pada limbah air pabrik pengolahan sawit. *Arwana: Jurnal Ilmiah Program Studi Perairan*, 6(1), 59-67.

**p-ISSN (Media Cetak)** | 2657-0254

**e-ISSN (Media Online)** | 2797-3530



© 2024 Oleh authors. [Arwana: Jurnal Ilmiah Program Studi Perairan](#). Artikel ini bersifat open access yang didistribusikan di bawah syarat dan ketentuan [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](#).

## PENDAHULUAN

Lingkungan hidup merupakan bagian penting bagi keberlangsungan makhluk hidup terutama manusia

(Dewi *et al.*, 2022). Salah satu lingkungan hidup yaitu air salah satu materi yang di butuhkan di dalam kehidupan, tidak ada makhluk hidup yang tidak

membutuhkan air baik itu manusia, hewan dan tumbuh-tumbuhan. Pada dasarnya sebagian besar tubuhnya tersusun oleh air lebih dari 75 % isi sel manusia serta tumbuhan atau lebih dari 67 % isi sel hewan tersusun oleh air (Suriawiria, 1996). Sumberdaya air merupakan salah satu unsur penting untuk keberlanjutan kehidupan makhluk hidup di bumi terutama manusia (Sujadi *et al.*, 2021). Keberadaan air dapat berperan multiguna, dimana air banyak dimanfaatkan makhluk hidup di dunia terutama manusia untuk kebutuhan sehari-harinya dan harus selalu dijaga kualitasnya, terutama menjaga dari berbagai pencemaran yang ada.

Air yang tercemar yaitu air yang sudah terkontaminasi oleh benda luar yang masuk mengubah air seperti, makhluk hidup, energi, zat dan komponen lain ke dalam air oleh kegiatan manusia (Hanum *et al.*, 2022). Masuknya mikroorganisme dalam jumlah yang melebihi batas toleransi dalam air dapat menyebabkan adanya perubahan pada kualitas air permukaan. Indikator air yang sudah tercemar dapat ditandai dengan adanya perubahan atau tanda-tanda yang bisa diamati melalui adanya perubahan suhu air, perubahan nilai pH atau konsentrasi ion hidrogen, perubahan warna, bau dan rasa air, serta timbulnya endapan, koloidal, bahan terlarut, adanya mikroorganisme, dan meningkatnya radioaktifitas air lingkungan (Wardhana, 1999). Sehingga kualitas air yang ada di lingkungan perairan tidak layak untuk kehidupan organisme air.

Limbah rumah tangga dan pertanian berupa sisa deterjen dan residu pestisida merupakan salah satu penyebab terjadinya pencemaran perairan (Akmal *et al.*, 2021a). Perairan yang tercemar bisa disebabkan oleh limbah dari kegiatan industri seperti limbah industri pabrik sawit. Paparan timbal menyebabkan perubahan signifikan pada pertumbuhan dan parameter hematologi ikan bandeng (Zulfahmi *et al.*, 2021). Paparan limbah cair kelapa sawit dengan konsentrasi 94 mL.L-1 berpengaruh terhadap biometrik lambung, usus dan hati ikan nila (Akmal *et al.*, 2021b).

Untuk menanggulangi hal tersebut, maka bisa menggunakan tumbuhan air sebagai alternatif perbaikan kualitas air. Seperti yang dikatakan oleh Nilamsari & Rachmadiarti (2019) untuk memperbaiki kualitas perairan yang tercemar dapat memanfaatkan tumbuhan air yang mampu memperbaiki konsentrasi kualitas air. Tumbuhan air yang dapat dimanfaatkan untuk memperbaiki

kualitas air dapat berupa seperti kangkung (*Ipomea aquatica*), tumbuhan apu-apu (*Pistia stratiotes*) serta eceng gondok (*Eichornia crassipes*) (Toepak *et al.*, 2020). Tumbuhan air tersebut merupakan tumbuhan gulma yang hidup di air dengan pertumbuhannya yang sangat cepat (Zargustin *et al.*, 2023). Pertumbuhan yang cepat kangkung, apu-apu dan eceng gondok dapat menutupi permukaan air dan mengakibatkan kerugian yang besar bagi lingkungan (Dewi & Avif, 2023). Dari sisi lain, selain merugikan pada permukaan air, ternyata tumbuhan tersebut juga bermanfaat, dimana mampu menyerap zat organik dan anorganik serta logam berat lain yang merupakan bahan pencemar (Hidayat, 1993). Berdasarkan beberapa literatur, maka perlu adanya penelitian mengenai penggunaan tumbuhan air dalam menurunkan kadar limbah kelapa sawit.

Dunia industri saat ini berkembang sangat pesat seiring perkembangan zaman, dimana berbanding lurus dengan peningkatan hasil limbah yang dibuang oleh industri, limbah merupakan salah satu sisa hasil proses produksi yang tidak dimanfaatkan atau dapat digunakan kembali (Harmawan, 2022). Limbah merupakan salah satu yang mempengaruhi suatu kuantitas serta kualitas air, sehingga air tersebut menjadi merusak suatu perairan atau sungai termasuk mengganggu organisme yang hidup dalamnya seperti ikan. Air merupakan salah satu syarat utama dalam pemenuhan fungsi hidup, sehingga kualitasnya harus tetap dijaga untuk lingkungan dan kehidupan manusia (Sandi & Hariyanto, 2019). Limbah cair yang dihasilkan oleh pabrik kelapa sawit merupakan salah satu produk buangan dari pabrik pengolahan kelapa sawit yang berasal dari air kondensat pada proses sterilisasi, air dari proses klarifikasi, air *hydrocyclone* (*claybath*) dan air pencucian (Komala & Aziz, 2019). Limbah tersebut dapat menurunkan kualitas air menjadi keruh, tumbuhnya bakteri, timbulnya penyakit serta gangguan lain sehingga dapat mengganggu kelangsungan organisme perairan. Kontaminasi yang disebabkan oleh limbah cair kelapa sawit dapat menurunkan proses kinerja dan fungsi hormon reproduksi menjadi terhambat dan berdampak pada proses pematangan gonad pada ikan nila (Nisak *et al.*, 2020). Limbah cair kelapa sawit berpengaruh terhadap histopatologi insang dan reproduksi jantan ikan nila (Akmal *et al.*, 2018; Muliari *et al.*, 2020). Sehingga perlu adanya upaya untuk menurunkan atau mengurangi permasalahan terhadap kuantitas dan kualitas air yang disebabkan

oleh limbah tersebut.

Fitoremediasi merupa salah satu system yang dapat digunakan dalam pencucian polutan yang dimediasi oleh tumbuhan, termasuk pohon, rumput-rumputan dan tumbuhan air (Audyanti et al., 2019). Ada beberapa tumbuhan air dapat dimanfaatkan untuk menjadi bahan fitoremediasi seperti tumbuhan air adalah kangkung (*Ipomea aquatica*), apu-apu (*Pistia stratiotes*) dan eceng gondok (*Eichornia crassipes*). Fetoremediasi adalah salah satu metode dalam penanganan air limbah menggunakan tanaman sehingga mudah dan murah pada aplikasinya (Novita et al., 2021). Yuliana (2009) melaporkan hasil penelitiannya menyebutkan bahwa 10 jenis vegetasi akuatik yaitu *Eichhornia crassipes* (Kambey et al., 2019), *Pistia stratiotes* (Putri et al., 2022), *Hydrilla verticillata* (Mulya et al., 2020), *Ipomoea aquatica* (Pratiwi et al., 2018), *Potamogeton crispus* (Xu et al., 2022), *Salvinia molesta* (Morin & Santi, 2020), *Leersia hexandra* (Simanjuntak et al., 2020), *Myriophyllum dicocum*, *Najas minor* dan *Equisetum hyemale* dapat memperbaiki kualitas air. Adapun upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi hal tersebut dengan pemanfaatan tumbuhan air seperti kangkung (*Ipomea aquatica*), apu-apu (*Pistia stratiotes*) dan eceng gondok (*Eichornia crassipes*) pada permukaan air yang terkena dampak dari limbah tersebut yang disebut juga dengan fitoremediasi.

## BAHAN DAN METODE

### Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan mulai bulan November–Desember 2022, Kabupaten Bireuen, Provinsi Aceh.

### Alat dan Bahan

Adapun alat yang digunakan dalam penelitian ini berupa ember sebanyak 12 unit, timbangan elektrik, pH meter, thermometer, DO meter, Spektometer, gayung, timbangan, sikat, tabungan liter, buku, serta kamera. Sedangkan bahan yang digunakan saat penelitian yaitu, tanaman kangkung, eceng gondok, apu-apu, dan limbah pabrik air pelohana kelapa sawit.

### Metode Penelitian

Metode penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) Non Faktorial yang dilakukan untuk mengetahui pengaruh tumbuhan kangkung (*Ipomoea aquatica*), eceng gondok (*Eichornia*

*crassipes*) dan apu-apu (*Pistia stratiotes*) terhadap limbah pabrik air pengolahan kelapa sawit dalam perbaikan kualitas air.

### Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 3 ulangan. Jumlah air limbah pada setiap wadah wadah berjumlah 20 liter. Tumbuhan air (eceng gondok, kangkung dan apu-apu) masing-masing diberikan 600 gr pada setiap wadah. Menurut (Indah et al., 2014) pemberian eceng gondok (*Eichornia crassipes*), kangkung air (*Ipomoea aquatica*), dan apu-apu (*Pistia stratiotes*), dengan berat 300 gr (masing-masing tumbuhan air dalam 10 liter limbah) mampu menurunkan limbah bahan organik dari industri pabrik tahu (skala laboratorium).

Perlakuan yang dilakukan sebagai berikut:

P1 : Limbah sawit 20 L + Tumbuhan Kangkung 600 gr

P2 : Limbah sawit 20 L + Tumbuhan Enceng Gondok 600 gr

P3 : Limbah sawit 20 L + Tumbuhan Apu-apu 600 gr

P4 : Limbah sawit 20 L

### Prosedur Penelitian

#### Persiapan Wadah

Wadah yang digunakan dalam penelitian ini merupakan ember dengan volume 20 liter dan wadah dipersiapkan sebanyak 12 buah yang disterilkan terlebih dahulu. Wadah ember yang akan digunakan dicuci terlebih dahulu dengan menggunakan deterjen kemudian dikeringkan.

#### Persiapan Limbah

Limbah yang dipersiapkan merupakan limbah cair dari pengolahan Pabrik Kelapa Sawit (PKS). Air limbah dipersiapkan sebelum penelitian, pengambilan air limbah yang diambil dari suatu tempat limbah akhir atau tanpa melalui pengolahan selanjutnya. Lokasi pengambilan limbah di Desa Lapang Kecamatan Gandapura Kabupaten Bireuen. Limbah yang dibutuhkan dalam penelitian ini berjumlah 240 Liter dengan pembagian masing – masing wadah berjumlah 20 Liter Limbah.

#### Persiapan Jenis – Jenis Tumbuhan

Kangkung, eceng gondok, apu – apu yang yang diambil dari rawa – rawa dibersihkan terlebih dahulu, dan kemudian disimpan dalam wadah yang telah di tentukan sebelum di masukkan dalam media penelitian selama 1 hari, lalu di timbang dan dimasukkan kedalam akuarium sebanyak 600 gr/wadah.

**Parameter Pengamatan**

Adapun parameter pengamatan yang dilakukan dalam penelitian ini berupa kualitas air pH, DO, suhu, nitrat dan fosfat. Pengambilan sampel air diambil pada setiap wadah sebanyak 5 hari sekali atau pada hari ke 0, 5, 10, 15. (Mahfud, 2013)

**Asumsi**

Data komposisi kimia dianalisis dengan ANOVA. Program yang digunakan untuk menganalisis data tersebut menggunakan program SPSS 25.0. Kemampuan eceng gondok (*Eichornia crassipes*), kangkung (*Ipomea aquatica*), dan apu–apu (*Pistia stratiotes*) dalam menyerap limbah kelapa sawit dianggap sama.

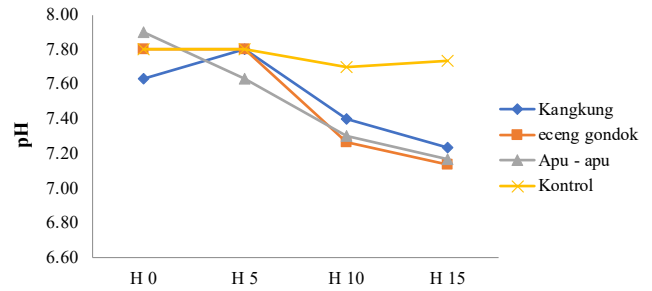
**HASIL**

**Kualitas Air**

Air merupakan salah satu sumberdaya alam yang sangat diperlukan oleh air untuk kelangsungan hidupnya. Kualitas air menjadi salah satu faktor penting untuk mengidentifikasi apakah air tersebut tercemar atau tidak. Dalam penelitian ini, sampel yang di amati berupa nilai parameter kualitas air meliputi pH, Oksigen Terlarut (DO), Suhu, Nitrat (NO<sub>3</sub>) dan Fosfat. Pengamatan kualitas air tersebut dilakukan sebelum dan sesudah diberi perlakuan.

**pH**

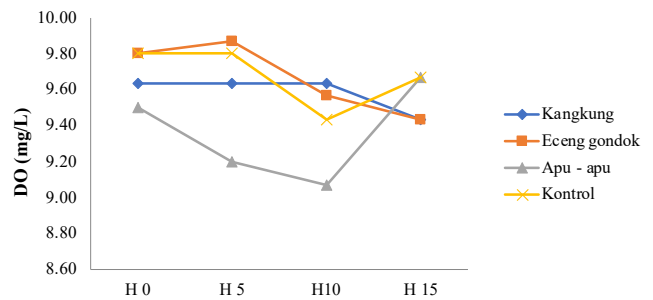
Memonitoring pH air sangat penting dilakukan untuk mengetahui kualitas air di suatu perairan. Perubahan pH air juga dapat menyebabkan berubahnya bau, rasa dan warna pada air. Derajat keasaman atau pH merupakan gambaran aktifitas atau jumlah ion hidrogen yang terdapat di perairan. Kualitas air berupa pH merupakan ukuran konsentrasi ion hidrogen yang menunjukkan kondisi perairan asam atau basa air tersebut. Kualitas pH dalam media penelitian yang diukur memiliki nilai yang berbeda, nilai kualitas pH air selama penelitian paling baik terdapat pada perlakuan P2. Menggunakan enceng gondong dengan nilai pH 7.20 yang disajikan pada gambar 1 dibawah ini.



Gambar 1. Grafik nilai pH selama penelitian

**Oksigen Terlarut (DO)**

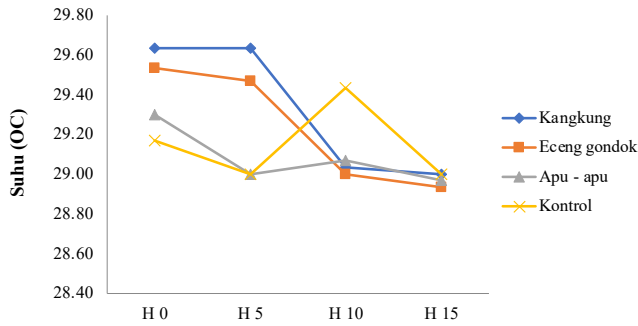
*Dissolved Oxygen* (DO) atau Oksigen terlarut sangat dibutuhkan oleh semua makhluk hidup untuk melakukan proses *respirasi*, proses penghasil energi melalui pertukaran zat pada proses pertumbuhan dan perkembangbiakan. *Dissolved Oxygen* (DO) atau Oksigen terlarut ini sangat berfungsi dalam air limbah untuk proses nitrifikasi, pada penelitian ini, tanaman apu-apu mampu meningkatkan nilai kandungan DO pada hari ke 15 sebesar 9,65 mg/l, untuk lebih jelasnya Grafik nilai DO selama penelitian disajikan dalam Gambar 2.



Gambar 2. Grafik nilai DO selama penelitian

**Suhu**

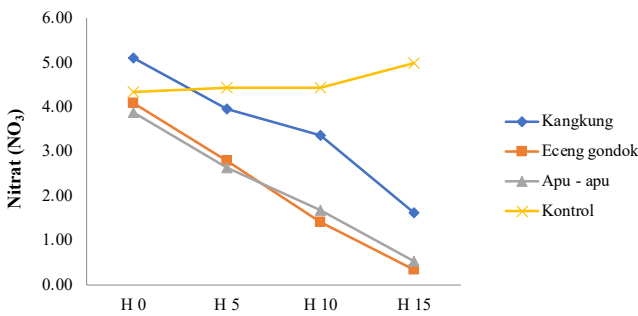
Suhu air merupakan peran yang perlu diperhatikan juga dalam mengendalikan suatu perairan. Suhu air salah satu faktor yang penting, dimana suhu terlalu rendah dapat menyebabkan ikan kehilangan nafsu makan dan suhu yang terlalu tinggi dapat menyebabkan stres pernafasan pada ikan. Organisme air memiliki kisaran suhu tertentu dalam kelangsungan hidupnya, untuk lebih jelasnya grafik nilai suhu selama penelitian disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Nilai Suhu selama penelitian

**Nitrat**

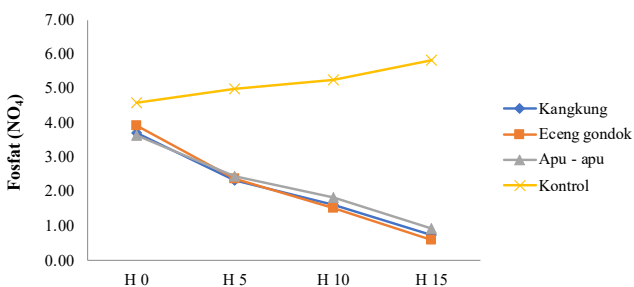
Nitrat (NO<sub>3</sub>) merupakan salah satu parameter kualitas air yang harus di perhatikan dalam perairan. Nitrat (NO<sub>3</sub>) nitrogen di perairan alami dan nutrisi utama bagi faktor pertumbuhan algae. Derajat keadaan Nitrat selama penelitian disajikan pada gambar 3 di bawah ini.



Gambar 4. Grafik Kandungan Nitrat selama penelitian

**Fosfat**

Fosfat dalam perairan yang berlebihan dengan disertai keberadaan nitrogen mampu menstimulir pertumbuhan ganggang. Keberadaan Fosfat dalam dapat dimanfaatkan oleh tumbuhan. Hasil selama penelitian menunjukkan yang berbeda dengan grafik dapat dilihat pada gambar 5 dibawah ini.



Gambar 5. Grafik kandungan fosfat selama penelitian

**Biomassa Tanaman Air**

Pada penelitian ini berat tanaman air yang digunakan dihitung pada awal dan akhir penelitian. Adapun nilainya dapat dilihat pada tabel 3 berikut.

Tabel 3. Biomassa tanaman air di awal dan akhir penelitian.

Perlakuan	H0	H15
A Kangkung ( <i>Ipomea aquatica</i> )	600	500
B Eceng gondok ( <i>Eichornia crassipes</i> )	600	700
C Apu-apu ( <i>Pistia stratiotes</i> )	600	600
D Kontrol	-	-

**PEMBAHASAN**

Limbah cair kelapa sawit berpotensi menjadi pencemar lingkungan jika tidak ditangani dengan baik. Walaupun Limbah cair kelapa sawit mungkin secara langsung berbahaya bagi ikan, namun terbukti cukup berguna untuk membudidayakan bakteri fototropik dan rotifera yang dapat digunakan sebagai pakan alami ikan (Zulkifli *et al.*, 2023). Perlakuan P.1 Kangkung yang dapat dilihat pada gambar 1 memperlihatkan (*Ipomea aquatica*) bahwa adanya peningkatan kadar pH air pada hari ke-0 hingga hari ke-5 dimana terjadi penurunan kembali pada hari ke-10 hingga hari ke-15. Dilihat pada perlakuan P2. eceng gondok (*Eichornia crassipes*) nilai pH air tidak mengalami perubahan baik itu kenaikan nilai pH ataupun penurunan nilai pH. Namun pada hari ke-5 hingga hari ke-10 menunjukkan adanya penurunan nilai pH air. Pada perlakuan P3. apu-apu (*Pistia stratiotes*) tidak adanya peningkatan nilai pH air, hanya terlihat adanya penurunan mulai hari ke-0 hingga hari ke-15. Selanjutnya dilihat pada perlakuan P4. (Kontrol) nilai pH air tidak terjadi penurunan dan peningkatan hingga hari ke-5, akan tetapi terjadi penurunan kadar pH air pada hari ke-10, serta terjadi peningkatan pada hari ke-15. Dalam hal ini, dilihat dari segi pertumbuhan tumbuhan airnya, tumbuhan eceng gondok memperlihatkan selama penelitian memperlihatkan adanya masa pertumbuhan yang baik. Maka dari itu dapat disimpulkan bahwa tumbuhan eceng gondok mampu tumbuh dengan baik dengan keadaan pH air 7-7,80 (nilai pH selama penelitian) hal ini sesuai dengan pernyataan Julien *et al* (2001) bahwa tumbuhan eceng gondok mampu berkembang pada kisaran pH air sebesar 7-7,5 akan tetapi akan terjadi penghapatan pertumbuhan jika kualitas pH < 4 - >7,5.

Selanjutnya kondisi nilai DO air selama peneliti yang di sajikan pada Gambar 2 menunjukkan bahwa perlakuan P1. kangkung (*Ipomea aquatica*) adanya penurunan kualitas nilai DO yang dimulai pada hari ke-15. Perlakuan P2. eceng gondok (*Eichornia crassipes*) memperlihatkan nilai DO terjadi

peningkatan pada hari ke-0 hingga hari ke-5, namun pada hari ke-10 hingga hari ke-15 nilai DO air terjadi penurunan kembali. Pada perlakuan P3. apu–apu (*Pistia stratiotes*) nilai DO air memperlihatkan adanya penurunan pada hari ke-0 hingga hari ke-10, namun terjadi kenaikan nilai DO kembali pada hari ke-15. Selanjutnya perlakuan P4 (Kontrol) menunjukkan adanya penurunan nilai DO air yang dimulai dari hari ke-10, namun terjadi peningkatan kembali pada hari ke-15. Dilihat dari hari kondisi DO air selama penelitian, dapat disimpulkan bahwa Perlakuan P3. apu–apu (*Pistia stratiotes*) merupakan tanaman yang baik dalam penghasil DO, dimana ada adanya peningkatan nilai DO yang sangat signifikan pada hari ke-15 dibandingkan dari hari ke-0 hingga hari ke-10. Hal yang sama dinyatakan oleh Kordi dan Andi, (2009) dimana semakin tingginya nilai DO dalam suatu perairan, dapat dikatakan perairan tersebut dalam kategori yang baik untuk kehidupan organisme air.

Kondisi kualitas suhu air selama penelitian di tampilkan pada Gambar 3 dimana setiap perlakuan menunjukkan hasil yang berbeda. Pada perlakuan P1. kangkung (*Ipomea aquatica*) adanya penurunan kondisi suhu air mulai hari ke-10 hingga hari ke-15. Perlakuan P2. Enceng gondok (*Eichornia crassipes*) juga memperlihatkan adanya suhu air mulai hari ke-10 hingga hari ke-15. Perlakuan P3. Pada tanaman apu–apu (*Pistia stratiotes*) kondisi suhu air terjadi penurunan mulai hari ke-0 hingga hari ke-5, namun adanya peningkatan suhu air pada hari ke-10, kemudian di hari ke-15 terjadi suhu air mengalami penurunan kembali. Sedangkan pada perlakuan P4. (Kontrol) kondisi suhu air pada hari ke-0 hingga hari ke-5 memperlihatkan kondisi suhu yang rendah, namun terjadi peningkatan suhu air kembali pada hari ke-10, di hari ke-15 suhu air mulai menunjukkan penurunan suhu kembali. Kondisi suhu air selama penelitian menunjukkan perubahan yang tidak terlalu drastis, dimana penggunaan air dalam wadah penelitian yang sedikit, sehingga berpengaruh dengan kondisi suhu air saat penelitian. Kondisi suhu air diperairan yang homogen dapat disebabkan oleh kedalaman air yang berada dalam wadah, sehingga penyebaran suhu relative merata dan seragam (Hartati, 2014).

Selama penelitian kandungan nitrat dalam wadah juga di perhatikan. Keadaan nitrat dalam wadah penelitian disajikan pada gambar 4, dimana kandungan nitrat pada perlakuan P1. kangkung (*Ipomea aquatica*) adanya penurunan kadar nitrat

pada hari ke-0 hingga hari ke-15. Kondisi yang sama juga terdapa pada perlakuan P2. eceng gondok (*Eichornia crassipes*) serta perlakuan P3. apu–apu (*Pistia stratiotes*). Berbeda dengan perlakuan P4. (Kontrol) terjadinya peningkatan nilai kandungan nitrat mulai hari ke-0 hingga hari ke-15. Kandungan nitrat yang naik turun dalam wadah penelitian diduga dipengaruhi oleh tumbuhan air yang ada dalam masing-masing wadah serta komposisi bahan organik dari air limbah serta keberadaan mikroorganisme dalam limbah air. Sehingga penyerapan kandungan nitra oleh tumbuhan yang berada dalam wadah yang mampu menurunkan kandungan nitrat. Dilain sisi, peningkatan nitra juga dapat disebabkan oleh adanya proses nitrifikasi yang di sebabkan oleh pembentukan nitrat dari nitrit serta amonia.

Menurut ilustrasi gambar 4 menunjukkan bahwa perlakuan B dengan *sample* tanaman eceng gondok mampu memperkecil jumlah konsentrasi nitrat dengan drastis. Pada dasarnya hal serupa juga terjadi pada perlakuan A kangkung (*Ipomea aquatica*) dan C apu–apu (*Pistia stratiotes*), namun dari hasil pengamatan menunjukkan perlakuan B eceng gondok (*Eichornia crassipes*) lebih unggul. Dikarenakan eceng gondok memiliki daya serap tinggi ditambah lagi dengan adanya bakteri yang terdapat diakar hingga mampu menetralkan kandungan nitrat. Terdapat 3 jenis bakteri yang sering dijumpai pada akar eceng gondok, yaitu *Bacillus flexus*, *Aeromonas hydrophila* dan *Bacillus brevis*. Bakteri yang tumbuh berbentuk sebuah batang, warna agak merah (gram negatif) hingga menghasilkan sel induk dan calon sel-spora (Mehta, 2012). Dengan demikian, eceng gondok merupakan tanaman yang berhasil menghilangkan polutan yang terdapat didalam air limbah dikarenakan mampu menyerap berbagai bahan organik limbah secara optimal, yang disebutkan dengan fitoremediasi.

Selanjutnya Gambar 5 menguraikan hasil perlakuan A kangkung (*Ipomea aquatica*), perlakuan B eceng gondok (*Eichornia crassipes*), dan perlakuan C apu–apu (*Pistia stratiotes*) terjadinya kesamaan reaksi, yakni menurunnya jumlah kandungan fosfat terhitung dari hari ke-0 sampai hari ke 15. Sedangkan sebaliknya yang terjadi pada perlakuan D (Kontrol) mengalami peningkatan dari hari ke-0 sampai hari ke-15. Peristiwa degradasi kandungan fosfat yang ideal ditunjukkan pada perlakuan B yang menggunakan tumbuhan eceng gondok. Kondisi ini menunjukkan bahwa eceng gondok mampu

mengontrol hingga menurunkan konsentrasi fosfat yang terdapat pada limbah dengan cara menyerap yang dibantu oleh akar. Seperti penjelasan sebelumnya, faktor ini disebabkan karena berkembangnya bakteri aktif pada akar tumbuhan eceng gondok. Adapun salah satu yang dapat meningkatkan jumlah fosfat ialah dengan tingginya zat unsur hara baik dari dekomposisi atau senyawa organik yang bersumber dari bangkai flora dan fauna.

Nilai pH pada awal penelitian sebelum remediasi yaitu berkisar 7,63 – 7,90. Setelah diberi tanaman air maka nilai pH yang diperoleh berkisar 7,13 – 7,90. Nilai suhu sebelum remediasi berkisar 29-29,63oC, setelah diberi tanaman air nilai suhu berkisar 28,93-29,63oC. Nilai DO sebelum remediasi berkisar 9,20-9,87mg/l, setelah diberi tanaman air nilai DO berkisar 9,07-9,80mg/l. Nilai nitrat sebelum remediasi berkisar 3,89-5,11mg/l, setelah diberi tanaman air nilai nitrat berkisar 0,34-5,11mg/l. Nilai fosfat sebelum remediasi berkisar 3,65-4,60mg/l, setelah diberi tanaman air nilai fosfat berkisar 0,61-5,26mg/l. Nilai kualitas air yang diperoleh pada akhir penelitian ternyata masih layak digunakan untuk pemeliharaan benih ikan nila karena masih standar kecuali nitrat yang memiliki nilai 0,34 mg/l sedangkan yang baik untuk pemeliharaan benih ikan nila yaitu maksimal 0,06 mg/l, ini sesuai dengan pendapat [BBPBAT \(2015\)](#) yang menyatakan nilai pH untuk pemeliharaan benih ikan nila yaitu 6,5-8,5, suhu 25-30oC, DO Minimal 5 mg/l, nitrat maksimal 0,06 mg/l. akan tetapi pada saat setelah selesai penelitian, penulis mencoba memasukkan benih ikan nila ke dalam masing-masing wadah selama tiga hari. Ternyata selama tiga hari tersebut ikan nila masih ada yang bertahan hidup. Hal ini membuktikan bahwa ikan nila masih bisa bertahan hidup dengan kondisi nilai kualitas air yang tinggi. Sebagaimana diketahui ikan nila dapat hidup pada suhu 14-38oC dan pH 5-11 ([Dinas Kelautan dan Perikanan, 2013](#)).

Jumlah berat tanaman air di awal penelitian yaitu 600 gr. Pada perlakuan A (kangkung) mengalami penurunan dari 600 gr menjadi 500 gr. Pada perlakuan B (eceng gondok) mengalami peningkatan berat dari 600 gr menjadi 700 gr. Pada perlakuan C (apu-apu) tidak mengalami penurunan maupun peningkatan berat, yaitu masih tetap 600 gr seperti berat awal. Pada penelitian ini pertumbuhan tanaman air terbaik yaitu pada tanaman eceng gondok dengan nilai 700 gr dikarenakan, tanaman ini mampu hidup dengan baik mulai dari awal penelitian sampai akhir penelitian. Tumbuhan eceng gondok

mampu menyerap sebagian besar Nitrat (NO<sub>3</sub>) dan Fosfat (NO<sub>4</sub>) dengan menggunakan akarnya. Peningkatan berat eceng gondok disebabkan oleh akar-akar tanaman mampu menyerap dengan baik bahan organik menyimpannya ke dalam jaringan vaskular tanaman untuk proses metabolisme dan digunakan untuk memperbanyak sel ([Vidyawati & Fitrihidajati, 2019](#)). Tanaman eceng gondok mengalami peningkatan berat basah diduga karena air yang digunakan dalam pengujian mengandung unsur hara seperti N dan P ([Rahmaningsih, 2006](#)).

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian bahwa pH, suhu, DO, nitrat dan fosfat yang terdapat dalam limbah air produksi pabrik kelapa sawit mampu diserap secara baik oleh tanaman eceng gondok, berdasarkan hal tersebut tanaman eceng gondok dapat digunakan sebagai tumbuhan pada proses fitoremediasi. Hasil analisis korelasi pH dan nitrat (NO<sub>3</sub>) keduanya memiliki hubungan yang negatif, begitu juga pH dan fosfat (NO<sub>4</sub>). Hasil penelitian [Akmal \*et al.\* \(2023\)](#) menunjukkan bahwa terdapat penurunan kadar COD, fosfat, nitrat dan amonia dengan meningkatnya konsentrasi limbah cair kelapa sawit, sementara itu degradasi TSS menunjukkan penurunan dengan bertambahnya konsentrasi limbah cair kelapa sawit.

## DAFTAR PUSTAKA

- Akmal, Y., Devi, C. M. S., Muliari, M., Humairani, R., & Zulfahmi, I. (2021b). Morfometrik sistem pencernaan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang dipapar limbah cair kelapa sawit. *Jurnal galung tropika*, 10(1), 68-81. doi: 10.31850/jgt.v10i1.736
- Akmal, Y., Humairani, R., Muliari, M., Hanum, H., & Zulfahmi, I. (2021a). Phytoplankton community as bioindicators in aquaculture media *Tilapia* (*Oreochromis niloticus*) exposed to detergent and pesticide waste. *Akuatikisile: Jurnal Akuakultur, Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil*, 5(1), 7-14. doi: 10.29239/j.akuatikisile.5.1.7-14
- Akmal, Y., Zulfahmi, I., Juanda, R., Karja, N. W. K., & Nisa, C. (2018). Histopathological changes in gill of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) after palm oil mill effluent exposure. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 216, No. 1, p. 012003). IOP Publishing. doi: 10.1088/1755-1315/216/1/012003
- Akmal, Y., Zulkifli, A. H., Anisha, M. F., Almunadiya, S., Irfannur, I., & Muliari, M. (2023). Degradation rate of palm oil mill effluent in bucket fish cultivation. *Arwana: Jurnal Ilmiah Program Studi Perairan*, 5(1), 67–73. doi: 10.51179/jipsbp.v5i1.1941
- Audiyanti, S., Hasan, Z., Hamdani, H., Herawati, H. 2019. Efektivitas Eceng Gondok (*Eichhornia crassipe*) dan

- Kayu Apu (*Pistia stratiotes*) sebagai Agen Fitoremediasi Limbah Sungai Citarum. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. 10(1): 111-116.
- Dewi, A. O. T., & Avi, A. N. 2023. Total Fenolik, Flavonoid, dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak dan Fraksi Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms). *Jurnal Sains dan Kesehatan*. 5(2): 132-139. doi: 10.25026/jsk.v5i2.1728
- Dewi, N. A. K., Kristina, M., Puastuti, D., Adriyani, N., Sari, N. Y., Setiawan, P. 2022. Sosialisasi peningkatan kepedulian masyarakat terhadap lingkungan hidup. *Ruang Cendikia*. 1(3): 215-221.
- Dinas Kelautan dan Perikanan. 2013. Budidaya Ikan Nila. Kalimantan.
- Hanum, U., Ramadhan, M. F., Armando, M. F., Sholiqin, M., Rachmawati, S. 2022. Analisis Kualitas Air dan Strategi Pengendalian Pencemaran Air di Sungai Pepe Bagian Hilir, Surakarta. *Sains dan Teknologi*. 1(1): 376-386.
- Harmawan, T. 2022. Analisis Kandungan Minyak dan Lemak pada Limbah Outlet Pabrik Kelapa Sawit di Aceh Tamiang. *QUIMICA: Jurnal Kimia Sains dan Terapan*, 4(1), 15-19. doi: 10.33059/jq.v4i1.4318
- Hartati, P. I., Haji, A. T., & Wirosodarmo, R. 2014. Pengaruh Kerapatan Tanaman Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) Terhadap Penurunan Logam Chromium Pada Limbah Cair. Universitas Brawijaya. Malang.
- Hidayat, S. 1993, "Peranan Eceng gondok (*Eichornia crassipes* mart) dan Kangkung Air (*Ipomea Aquatica* Poir) Terhadap Peningkatan Kualitas Air Limbah", Tesis S2, Program Studi Ilmu Tanaman, Jurusan Ilmu – Ilmu Pertanian, Yogyakarta.
- Indah, L. S., Hendrarto, dan Soedarsono, P. 2014. Kemampuan Eceng gondok (*Eichhornia* sp.), Kangkung Air (*Ipomea* sp.), dan Kayu Apu (*Pistia* sp.) Dalam Menurunkan Bahan Organik Limbah Industri Tahu (Skala Laboratorium) Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan, Jurusan Perikanan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro.
- Kambey, R. P., Mantiri, R. O. S. E., Lasut, M. T. 2019. Efektivitas Beberapa Jenis Ikan dalam Mengonsumsi Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes* (Mart) Solms.) di Danau Tondano, Kabupaten Minahasa. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*. 24(1): 28-31. doi: 10.18343/jipi.24.1.28
- Komala, R., & Aziz, S. 2019. Pengaruh proses aerasi terhadap pengolahan limbah cair pabrik kelapa sawit di PTPN VII secara aerobik. *Jurnal Redoks*, 4(2), 7-16. doi: 10.31851/redoks.v4i2.3504
- Kordi, M.G. & Andi, B. T. 2009. Pengelolaan Kualitas Air dalam Budidaya Perairan. PT. Rineka Cipta. Jakarta.
- Mahfut. 2013. Analisis Kualitas Limbah Cair Pada Kolam Anaerob IV di Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) PT. Perkebunan Nusantara VII (Persero) Unit Usaha Bekri. *Biogenesis*. Vol. 1. No. 2 : 84-87. doi: 10.24252/bio.v1i2.451
- Mehta, Owen. 2012. Pengolahan Limbah Cair Industri Pulp dan Kertas Kasar Secara Biologis Menggunakan Tumbuhan Eceng Gondok (*Eichornia crassipes* (Mart.) Solm). Skripsi, ITENAS, Bandung.
- Morin, J. V., & Santi, D. 2020. Studi Fitoremediasi Logam Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) oleh Tanaman Kayambang (*Salvinia molesta*). *Jurnal Natural*, 16(2), 85-95. doi: 10.30862/jn.v16i2.112
- Muliari, M., Akmal, Y., Zulfahmi, I., Karja, N. W., Nisa, C., Mahyana, M., & Humairani, R. (2020). Effect of exposure to palm oil mill effluent on reproductive impairment of male Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus 1758). In *E3S Web of Conferences* (Vol. 151, p. 01022). EDP Sciences. doi: 10.1051/e3sconf/202015101022
- Mulya, M. P., Damris, M., Maryani, A. T. 2020. Pemanfaatan Tumbuhan Air (*Hydrilla verticillata*) dalam Meningkatkan Karakteristik Limbah Cair Tahu dengan Metode Biofiltrasi. *Jurnal Pembangunan Berkelanjutan*. 3(1): 1-10. doi: 10.22437/jpb.v3i1.9291
- Nilamsari, D. D., & Rachmadiarti, F. 2019. Kemampuan *Azolla microphylla* dalam Menyerap Logam Berat Tembaga (Cu) pada Konsentrasi yang Berbeda. *LenteraBio*. 8(3): 207-212.
- Nisak, K., Akmal, Y., Muliari, M., & Zulfahmi, I. 2020. Kandungan lipid dan hormon reproduksi ikan nila (*Oreochromis niloticus* Linnaeus 1758) yang dipapar limbah cair kelapa sawit. *Arwana: Jurnal Ilmiah Program Studi Perairan*, 2(2), 90-96. doi: 10.51179/jipsbp.v2i2.394
- Novita, E., Agustin, A., Pradana, H. A. 2021. Pengendalian Potensi Pencemaran Air Limbah Rumah Pemotongan Ayam Menggunakan Metode Fitoremediasi dengan Beberapa Jenis Tanaman Air (Komparasi antara Tanaman Eceng Gondok, Kangkung, dan Melati Air). *Agroteknika*. 4(2): 106-119. doi: 10.32530/agroteknika.v4i2.110
- Pratiwi, N. T. M., Ayu, I. P., Utomo, I. D. K., Maulidiya, I. 2018. Keberhasilan Hidup Tumbuhan Air Gejer (*Limnocharis flava*) dan Kangkung (*Ipomoea aquatica*) dalam Media Tumbuh dengan Sumber Nutrien Limbah Tahu. *Jurnal Biologi Indonesia*. 14(2): 251-257. doi: 10.14203/jbi.v14i2.3745
- Putri, E. S. C., Lisminingsih, R. D., Latuconsina, H. 2022. Kemampuan Tumbuhan Kayu Apu (*Pistia stratiotes*) dan Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) dalam Menurunkan Kadar Amoniak pada Limbah Budidaya Ikan Lele Sangkuriang (*Clarias gariepinus* Var). *Jurnal Riset Perikanan dan Kelautan*. 4(2): 476-486. doi: 10.33506/jrpk.v4i2.2073
- Rahmaningsih, H. D. 2006. Kajian Penggunaan Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*) Pada Penurunan Senyawa Nitrogen Efluen Pengolahan Limbah Cair PT. Capsugel Indonesia. [Skripsi]. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Sandi, R. D., & Hariyanto, B. 2019. Analisis Kualitas Air dan Distribusi Limbah Cair Industri Tahu Di Sungai Murong Kecamatan Jogoroto Kabupaten Jombang. *Swara Bhumi*. 5(9): 59-66.
- Simanjuntak, N. D., Suraya, U., & Buchar, T. 2020. Struktur Komunitas Jenis Tumbuhan Air Danau Hanjalutung. *Journal of Tropical Fisheries*. 15(1), 1-7. doi: 10.36873/jtf.v15i1.7757
- Sujadi, H., Mardiana, A., Permana, A. 2021. Pengembangan Purwapura Monitoring Tagihan Air PDAM Berbasis Internet of Things. *Journal Infotech*. 7(2): 9-14. doi: 10.31949/infotech.v7i2.1251
- Suriawiria. 1996. Pengantar Biologi Umum. Angkasa. Bandung.
- Toepak, E. P., Tambunan, J., Febrianto, Y., Purwanto, F., Tukan, D. N. 2020. Pengaruh Fitoremediasi Kangkung (*Ipomea aquatica*), apu-apu (*Pistia*



- stratiotes*) dan Enceng Gondok (*Eichornia crassipes*) Terhadap Kualitas Air Kolam Budidaya Ikan Lele (*Clarias* sp). *Jurnal Jejaring Matematika dan Sains*. 2(1): 25-28. doi: [10.36873/jjms.2020.v2.i1.356](https://doi.org/10.36873/jjms.2020.v2.i1.356)
- Vidyawati, D. S., & Fitrihidajati, H. 2019. Pengaruh fitoremediasi eceng gondok (*Eichornia Crassipes*) melalui pengenceran terhadap kualitas limbah cair industri tahu. *LenteraBio: Berkala Ilmiah Biologi*, 8(2), 113-119.
- Wardhana, W.A. 1999. Dampak Pencemaran Lingkungan. Andi Offset. Yogyakarta.
- Xu, D., Sun, T., Jia, H., Sun, Y., & Zhu, X. 2022. The performance and mechanism of Cr (VI) adsorption by biochar derived from *Potamogeton crispus* at different pyrolysis temperatures. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 167, 105662. doi: [10.1016/j.jaap.2022.105662](https://doi.org/10.1016/j.jaap.2022.105662)
- Yuliana, R. 2009. Mengatasi Zat Besi (Fe) Tinggi Dalam Air.
- Zargustin, D., Susi, N., Harmaidi, D. 2023. Pelatihan Pemanfaatan Tanaman Eceng Gondok Menjadi Pupuk Organik Cair. *Comsep*. 4(1): 45-50. doi: [10.54951/comsep.v4i1.406](https://doi.org/10.54951/comsep.v4i1.406)
- Zulfahmi, I., Rahmi, A., Muliari, M., Akmal, Y., Paujiah, E., Sumon, K. A., & Rahman, M. M. (2021). Exposure to lead nitrate alters growth and haematological parameters of milkfish (*Chanos chanos*). *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 107, 860-867. doi: [10.1007/s00128-021-03344-y](https://doi.org/10.1007/s00128-021-03344-y)
- Zulkifli, A. H., Anisha, M. F., Almunadiya, S., Akmal, Y., Rinaldi, R., & Muliari, M. (2023, August). Utilization of palm oil mill effluent as growth media in budikdamber system. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 1221, No. 1, p. 012051). IOP Publishing. doi: [10.1088/1755-1315/1221/1/012051](https://doi.org/10.1088/1755-1315/1221/1/012051)