

PEMANFAATAN TUMBUHAN IRIS AIR (*Neomarica gracillis*) SEBAGAI AGEN BIOREMEDIASI AIR LIMBAH RUMAH TANGGA

Rischa Wulandari¹, Yuli Siti F.², Eka Septia W.², Jenni Indah DPN², Niken RH²

¹Departemen Biologi (Institut Pertanian Bogor, Bogor), ²Departemen Biologi (Institut Pertanian Bogor, Bogor), ²Departemen Biologi (Institut Pertanian Bogor, Bogor), ²Departemen Biologi (Institut Pertanian Bogor, Bogor), ²Departemen Ilmu Tanah dan Sumber Daya Lahan (Institut Pertanian Bogor, Bogor)
E-mail: rischawulandari91@gmail.com

ABSTRAK

Kadar limbah rumah tangga yang meningkat di suatu perairan dapat menyebabkan kualitas air menurun. Kualitas air yang menurun dapat mengganggu aktivitas biota perairan maupun manusia, sehingga perlu adanya upaya peningkatan kualitas air. Peningkatan kualitas air dapat dilakukan dengan bioremediasi. Bioremediasi yang dilakukan oleh tumbuhan disebut fitoremediasi. Tumbuhan iris air (*Neomarica gracillis*) diduga dapat bertindak sebagai agen bioremediasi. Metode bioremediasi dilakukan secara ex situ. Limbah rumah tangga dibuat dengan konsentrasi 25%, 50%, dan 100%, kemudian diberi dua perlakuan. Perlakuan pertama diberi tanaman *Neomarica gracillis*, sedangkan perlakuan kedua tanpa diberi tanaman *Neomarica gracillis*. Parameter kualitas air yang terdiri atas pH, suhu, DO, BOD, CO₂ bebas, dan kesadahan total diukur selama tiga minggu. Tanaman *Neomarica gracillis* secara umum dapat menurunkan pH, suhu, BOD, CO₂ bebas, dan kesadahan total, serta meningkatkan nilai DO. Hal ini menunjukkan kualitas air limbah rumah tangga meningkat.

Kata kunci : Bioremediasi, *Neomarica gracillis*, Air Limbah

PENDAHULUAN

Air merupakan kebutuhan hidup yang sangat pokok bagi semua makhluk hidup. Air digunakan sebagai proses pertumbuhan dan perkembangan semua makhluk hidup, baik dalam jumlah sedikit maupun banyak tergantung dari kebutuhan hidupnya. Suatu perairan sering mengalami pencemaran yang diakibatkan oleh unsur hara yang berlebihan yang berasal dari limbah pertanian, domestik, maupun industri. Pencemaran ini dapat menyebabkan menurunnya nilai guna perairan. Permasalahan lain yang muncul adalah meningkatnya jumlah penduduk Indonesia sehingga limbah rumah tangga yang dihasilkan pun semakin bertambah. Limbah yang dihasilkan tersebut dapat berasal dari limbah cucian, dapur, kamar mandi, industri rumah tangga, dan kotoran manusia.

Air limbah yang dihasilkan mengandung bahan kimia yang berbahaya dan sukar untuk dihilangkan. Bahan-bahan kimia tersebut menjadi media pertumbuhan mikroorganisme penyebab penyakit, seperti disentri, tifus, dan kolera (Irma 2012). Karakteristik limbah di Indonesia menurut Guntur (2008) adalah TS (Total Solute) 350-1200 mg/l, TDS (Total Dissolved Solid) 200-850 mg/l, TSS (Total Suspended Solid) 100-350 mg/l, BOD (Biochemical Oxygen Demand) 40-400 mg/l, COD (Chemical Oxygen Demand) 250-100 mg/l, N total 20-85 mg/l, P total 4-15 mg/l, dan lemak 50-150 mg/l.

Bioremediasi merupakan penggunaan makhluk hidup yang telah dipilih untuk ditumbuhkan pada polutan tertentu sebagai upaya untuk menurunkan kadar polutan tersebut (Priadie 2012). Pemurnian air secara biologis dapat menggunakan tumbuhan air karena tumbuhan air dapat menyerap unsur hara yang berlebihan. Nitrogen yang masuk ke air limbah umumnya terdiri dari amonia (dalam bentuk NH₄⁺ dan NH₄OH). Tingginya kadar amonia di dalam air dapat menyebabkan racun bagi hewan, tetapi amonia tersebut dapat digunakan sebagai sumber nitrogen untuk pertumbuhan tumbuhan air seperti *Neomarica gracillis*. Tumbuhan air ini mampu menyerap unsur hara dan dapat menghasilkan oksigen dari proses fotosintesis sehingga dapat digunakan sebagai pembersih air (Guntur 2008). *Neomarica gracillis* mampu mendegradasi amonia menjadi nitrogen. Nitrogen dapat digunakan untuk pertumbuhan *Neomarica gracillis*. Kemampuan ini dapat



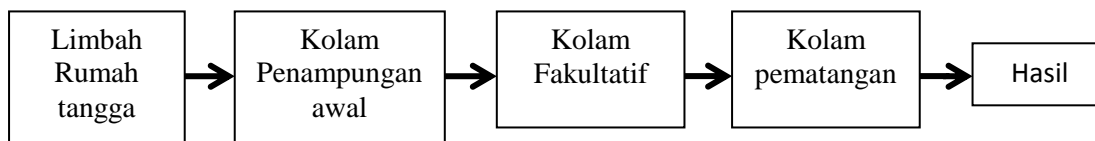
dimanfaatkan untuk mengatasi masalah lingkungan berupa pencemaran air oleh limbah rumah tangga.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan *Neomarica gracillis* dalam bioremediasi limbah rumah tangga.

METODE PENELITIAN

Alat yang digunakan pada penelitian ini, diantaranya, pH meter, buret, gelas ukur 100 ml, gelas ukur 1 l, pipet volumetrik, ember plastik bening volume 5 l, tabung erlenmeyer, penggaris, dan pipet tetes. Sedangkan bahan yang digunakan yaitu air sampel limbah rumah tangga, tumbuhan iris air, indikator phenoftalein (PP), indikator EBT, larutan EDTA, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, indikator amilum, dan Na_2CO_3 .

Menurut Andiese (2011) proses pengembalian kualitas air dilakukan melalui beberapa tahapan berikut.



Gambar 1 Metode Kualitas Limbah

Penelitian ini hanya melakukan perbaikan kualitas air pada tahap pematangan. Pada penelitian ini, air limbah rumah tangga dari sungai dimasukkan ke ember bening dengan volume 5 liter. Metode penelitian dilakukan dengan tiga perlakuan berdasarkan konsentrasi yaitu kadar limbah 25%, 50%, dan 100% yang masing-masing terdiri atas tiga kali ulangan. Setiap konsentrasi terdiri atas air limbah dengan tanaman dan air limbah tanpa tanaman. Air limbah tanpa tanaman digunakan sebagai kontrol. Metode tersebut dapat digunakan untuk mengetahui pengaruh tanaman iris air terhadap kualitas air limbah.

Setiap air limbah diukur sifat fisik dan kimianya meliputi pengukuran suhu, pH, *Dissolved Oxygen* (DO), *Biochemical Oxygen Demand* (BOD_5), kesadahan total, dan kadar CO_2 bebas. Pengukuran suhu, pH, DO, dan kesadahan total dilakukan pada kondisi awal air limbah dan setiap minggu selama tiga minggu. Pengukuran BOD_5 , kadar CO_2 bebas, kadar ammonium, dan kadar fosfat dilakukan dua kali, yaitu pada kondisi awal air limbah dan kondisi akhir air limbah pada minggu ketiga. Pengukuran jumlah daun pada setiap minggu dilakukan untuk mengetahui pengaruh air limbah terhadap pertumbuhan tumbuhan iris air.

1. Pengukuran suhu
Suhu air limbah diukur dengan termometer air raksa.
2. Pengukuran pH
Air limbah diukur pHnya dengan pH meter. Sebelum digunakan, pH meter ditera pada pH 4 dan pH 7.
3. Oksigen terlarut (*Dissolved Oxygen/DO*)
DO air limbah diukur dengan metode titrasi Winkler. Air limbah dimasukkan ke botol Winkler, kemudian ditambahkan MnSO_4 dan NaOHKI , dan dibiarkan hingga terbentuk endapan. Sampel ditambahkan H_2SO_4 hingga tidak terdapat endapan. Selanjutnya, sampel sebanyak 50 ml dimasukkan ke labu Erlenmeyer dan dititrasi dengan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0.025 N hingga berubah warna menjadi kuning seulas. Sampel ditambahkan indikator amilum hingga warna berubah menjadi biru. Sampel kembali dititrasi dengan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0.025 N hingga sampel tidak berwarna. Volume $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ yang terpakai dicatat dan DO dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{DO (mg/l)} = \frac{\text{Volume}_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} \text{ (ml)} \times \text{N}_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} \times \frac{\text{Volume botol sampel (ml)}}{\text{Volume sampel (ml)}} \times \frac{(1000 \times \text{BE O}_2)}{(\text{Volume botol sampel (ml)} - \text{Volume reagen (ml)})}$$



4. *Biochemical Oxygen Demand* (BOD₅)

DO air limbah diukur sesaat sebelum dilakukan penyimpanan. Sampel disimpan dalam keadaan gelap selama lima hari. DO sampel diukur kembali setelah lima hari penyimpanan. BOD (mg/l) dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\text{BOD (mg/l)} = \frac{(\text{DO}_{\text{awal}} - \text{DO}_{\text{akhir}}) \times 300 \text{ ml}}{\text{Volume sampel (ml)}}$$

5. Kesadahan total

Kesadahan air limbah diukur dengan metode titrasi. Air limbah sebanyak 25 ml dan akuades sebanyak 25 ml dimasukkan ke labu erlenmeyer. Larutan ditambahkan larutan buffer pH 10 sebanyak 1-1,5 ml. Selanjutnya, indikator EBT ditambahkan pada larutan sehingga berwarna merah anggur. Larutan dititrasi dengan larutan EDTA 0.01 N hingga warnanya menjadi biru. Volume EDTA yang terpakai dicatat dan kesadahan total dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$\text{Kesadahan total (mg/l)} = \frac{V \text{ EDTA (ml)} \times N \text{ EDTA} \times \text{BM CaCO}_3 \times 1000}{\text{Volume sampel (ml)}}$$

6. Kadar CO₂ bebas.

Pengukuran kadar CO₂ bebas dilakukan dengan metode titrasi. Air limbah sebanyak 50 ml dimasukkan ke labu erlenmeyer dan ditambahkan 3-5 ml indikator phenolftalein (PP). Larutan dititrasi dengan Na₂CO₃ standar hingga berwarna merah muda. Volume Na₂CO₃ yang terpakai dicatat dan kadar CO₂ bebas dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$\text{Kadar CO}_2 = V \text{ Na}_2\text{CO}_3 \text{ (ml)} \times N \text{ Na}_2\text{CO}_3 \times 22 \text{ ml/l}$$

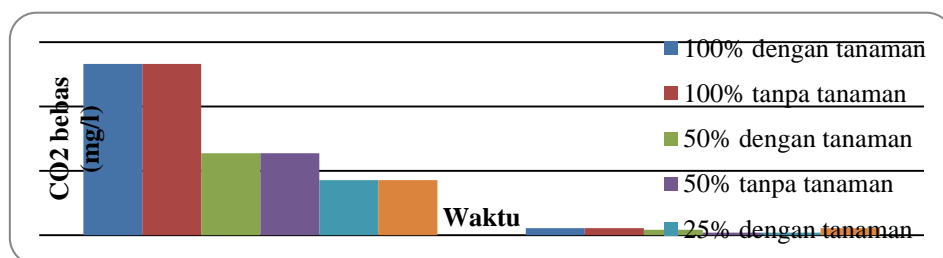
HASIL DAN PEMBAHASAN

Mekanisme Tumbuhan dalam Proses Bioremediasi

Tumbuhan memiliki tiga mekanisme dalam bioremediasi air limbah rumah tangga. Mekanisme pertama yaitu fitostabilisasi sebagai proses imobilisasi kontaminan dalam air. Kenaikan kontaminan disebabkan oleh terbawa aliran air tanah melalui pori kapiler. Selain itu, kontaminan naik menuju zona akar disebabkan oleh proses transpirasi tumbuhan sehingga kontaminan terakumulasi dan tidak bergerak keluar dari zona akar. Mekanisme kedua yaitu rizofiltrasi yang berhubungan dengan adsorpsi atau presipitasi kontaminan yang ada di akar. Proses tersebut terjadi karena adanya perbedaan muatan ion pada air dan ion pada akar. Salah satu senyawa yang diadsorpsi yaitu bikarbonat (CO₃²⁻) akan mengikat kation kontaminan misalnya logam-logam atau garam mineral pada perairan. Proses tersebut dipengaruhi oleh pH perairan (Mangkoedihardjo 2010).

Mekanisme ketiga tumbuhan dalam bioremediasi air limbah rumah tangga, yaitu rizodegradasi dimana terjadi penguraian kontaminan dalam air oleh aktivitas mikroba pada perakaran tanaman air. Mikroba dapat hidup dari pasokan sumber karbon organik dari tumbuhan, asam amino, protein, alkohol, dan vitamin. Zat-zat yang dapat terurai oleh mikroba yang terdapat didalam akar tanaman berupa zat organik. Zat organik yang terurai tersebut dapat terukur sebagai BOD. Kontaminan yang terserap oleh tumbuhan akan dilanjutkan dan terdistribusi ke dalam berbagai organ tumbuhan. proses penyerapan kontaminan pada air limbah berlangsung sejalan dengan aliran transpirasi saat kejadian proses transpirasi (Mangkoedihardjo 2010).

Kadar CO₂ air limbah

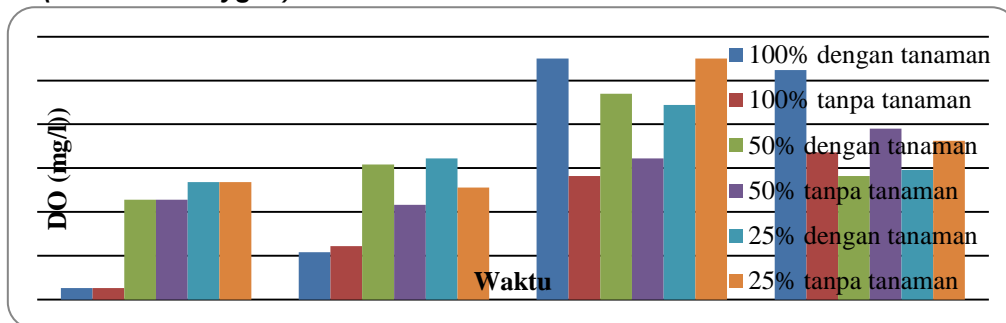


Gambar 1 Kadar CO₂ bebas pada air limbah rumah tangga



Kadar CO₂ bebas pada suatu perairan dengan menggunakan *Neomarca gracillis* sebagai agen bioremediasi air limbah rumah tangga menunjukkan penurunan (Gambar 1). Kandungan CO₂ bebas pada suatu perairan yang tinggi akan membahayakan biota air bahkan meracuni kehidupan organisme perairan. Hal ini dapat diasumsikan bahwa bila dalam suatu perairan kadar CO₂ bebas berlebihan dapat berdampak kritis bagi kehidupan binatang air. Kenaikan CO₂ selalu diiringi oleh turunya kadar O₂ terlarut yang diperlukan bagi pernafasan hewan-hewan air. Jika CO₂ pada suatu perairan meningkat maka dapat dikatakan bahwa O₂ yang berada di suatu perairan akan menurun.

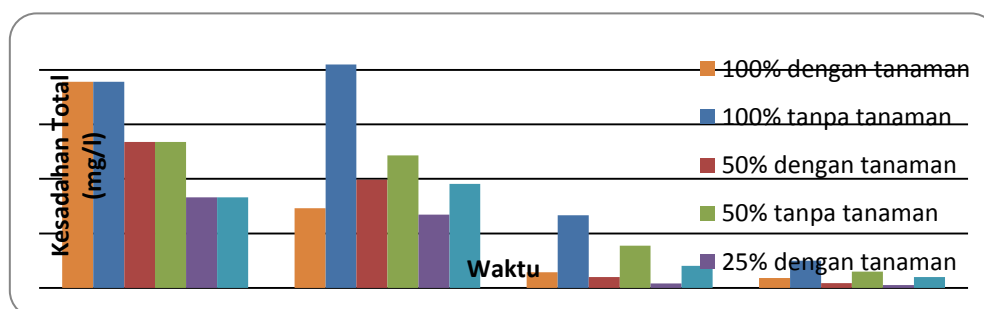
Kadar DO (*Dissolved Oxygen*) air limbah



Gambar 2 Kadar DO (*Dissolved Oxygen*) pada air limbah rumah tangga

Kadar oksigen terlarut mengalami kenaikan dengan menggunakan *Neomarca gracillis* sebagai agen bioremediasi air limbah rumah tangga (Gambar 2). Oksigen memegang peranan penting sebagai indikator kualitas perairan, karena oksigen terlarut berperan dalam proses oksidasi dan reduksi bahan organik dan anorganik. Kecepatan difusi oksigen dari udara tergantung dari beberapa faktor, seperti kekeruhan air, pergerakan massa air dan udara seperti arus, gelombang dan pasang surut. Kadar oksigen terlarut pada suatu perairan juga dipengaruhi oleh tingginya suhu dan semakin tinggi salinitas. Jika suhu suatu perairan meningkat maka nilai DO akan menurun dan jika salinitas suatu perairan meningkat maka nilai DO juga akan turun.

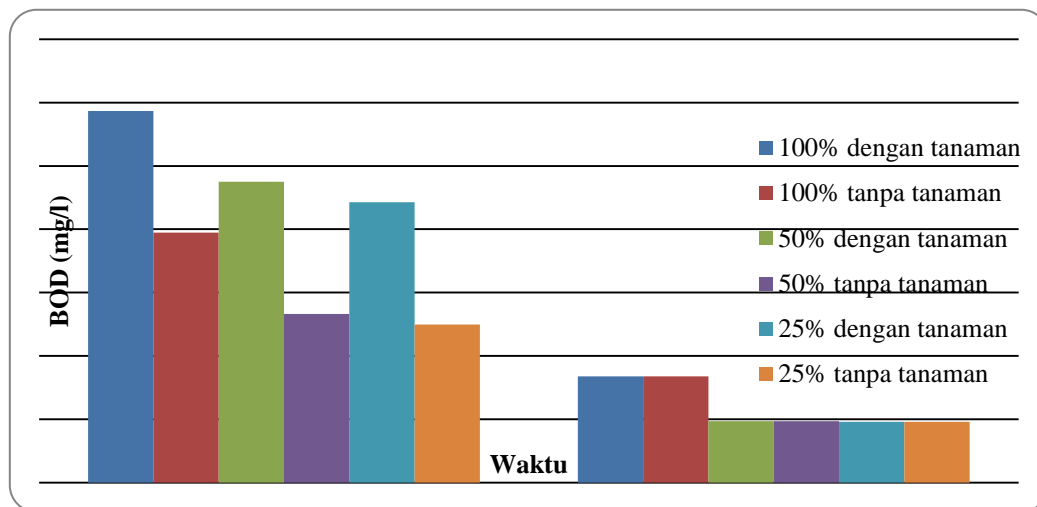
Kesadahan Total air limbah



Gambar 3 Kesadahan total pada air limbah rumah tangga

Kesadahan total dari air limbah rumah tangga mengalami penurunan dengan menggunakan *Neomarca gracillis* sebagai agen bioremediasi air limbah rumah (Gambar 3). Kesadahan pada suatu perairan yang tinggi menyebabkan terganggunya ketel air karena air dengan kesadahan yang tinggi menimbulkan kerak. Kesadahan total juga dapat menunjukkan jumlah logam Ca²⁺ dan Mg²⁺ pada suatu perairan tersebut.

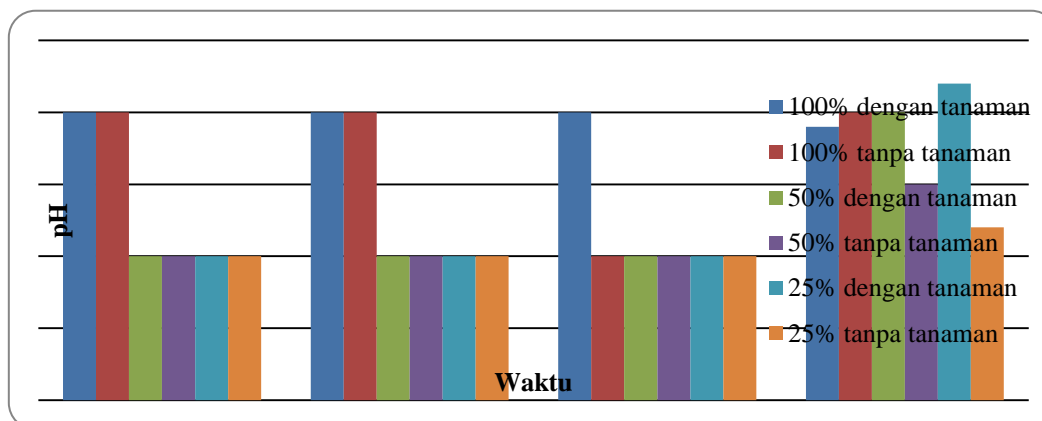
BOD₅ (Biological Oxygen Demand) air limbah



Gambar 5 BOD pada air limbah rumah tangga

BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) menurun pada penggunaan tumbuhan *Neomarica gracillis* sebagai agen bioremediasi air limbah rumah tangga (Gambar 4). Nilai BOD menunjukkan banyaknya oksigen yang digunakan oleh mikroorganisme untuk metabolisme. Jika nilai BOD tinggi maka jumlah mikroorganisme dekomposer yang ada didalam perairan tersebut juga tinggi. Hal ini menunjukkan tingginya kadar bahan organik pada perairan tersebut. Sebaliknya jika nilai BOD rendah maka jumlah mikroorganisme dan kadar bahan organik pada perairan tersebut juga rendah.

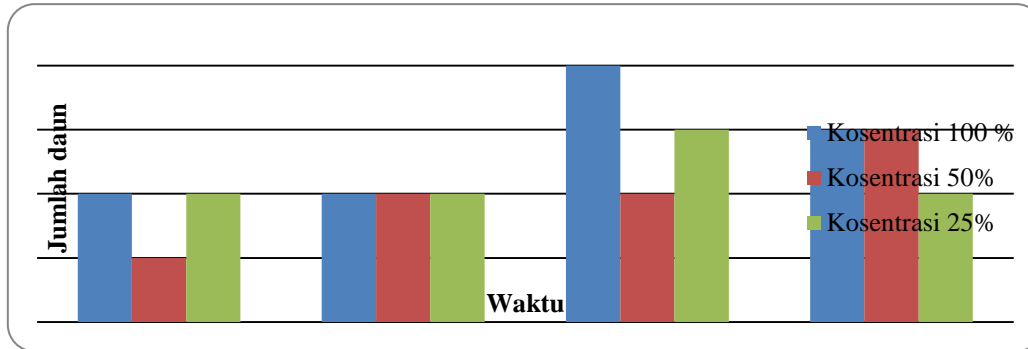
pH air limbah



Gambar 5 pH air limbah rumah tangga

Nilai pH suatu perairan menunjukkan kualitas pada suatu perairan tersebut. Nilai pH perairan mendekati netral dengan menggunakan *Neomarica gracillis* sebagai agen bioremediasi air limbah rumah tangga. Akan tetapi kenaikan pH dengan menggunakan agen bioremediasi tidak berbeda jauh dibandingkan dengan kontrol (Gambar 4). Derajat keasaman (pH) juga digunakan untuk memperoleh gambaran tentang kemampuan perairan dalam memproduksi garam mineral. Garam mineral merupakan faktor penentu bagi semua proses produksi di suatu perairan. Kandungan pH dalam suatu perairan dapat berubah-ubah sepanjang hari akibat dari proses fotosintesis tumbuhan air. Penggunaan tumbuhan *Neomarica gracillis* sebagai agen bioremediasi air limbah rumah tangga diharapkan dapat menstabilkan pH mendekati pH netral.

Jumlah Daun *Neomarica gracillis*



Gambar 6 Jumlah daun *Neomarica gracillis*

Jumlah daun tumbuhan *Neomarica gracillis* rata-rata mengalami kenaikan (Gambar 6). Hal ini menunjukkan bahwa tumbuhan tersebut mampu digunakan sebagai agen bioremediasi air limbah rumah tangga. Tanaman *Neomarica gracillis* dapat memanfaatkan senyawa yang terdapat pada air limbah rumah tangga untuk pertumbuhan dan perkembangannya.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kualitas air limbah rumah tangga meningkat dengan penggunaan *Neomarica gracillis* sebagai agen bioremediasi air limbah rumah tangga. Hal tersebut dapat diketahui dengan kemampuan tanaman iris air yang dapat menaikkan DO pada perairan, menurunkan BOD, menurunkan kadar CO₂ bebas, menurunkan kesadahan tota. Selain itu, tanaman iris air dapat meningkatkan pH sampai terbentuk pH netral dan menurunkan suhu. Pertumbuhan tanaman iris air mengalami peningkatan dengan adanya limbah rumah tangga.

Perlu penelitian lebih lanjut untuk mengetahui keefektifan *Neomarica gracillis* dalam bioremediasi air limbah rumah tangga dilihat dari parameter kualitas air yang lain. Tumbuhan iris air dapat ditanam di bantaran sungai dan pinggir kolam penampungan air limbah rumah tangga.

DAFTAR PUSTAKA

- Andiese VW. 2011. Pengolahan limbah cair rumah tangga dengan metode kolam oksidasi. *Infrastruktur* 1(2): 102-110.
- Guntur Y. 2008. Bioremediasi limbah rumah tangga dengan sistem simulasi tanaman air. *Jurnal Bumi Lestari* 8 (2): 136-144.
- Irma D. 2012. Keragaman jenis dan persen penutupan tumbuhan air di ekosistem danau air tawar, Takengon, Provinsi Aceh. *DEPIK* 1(2): 125-130.
- Mangkoedihardjo S, Ganjar S. 2010. *Fitoteknologi Terapan*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Priadie B. 2012. Teknik bioremediasi sebagai alternatif dalam upaya pengendalian pencemaran air. *Jurnal Ilmu Lingkungan* 10 (1): 39-49.

