

# Pertumbuhan *Neptunia oleracea* Lour. pada Limbah Cair Amoniak dari Industri Pupuk UREA Sebagai Upaya Pengembangan Fitoremediasi

JUSWARDI, EFFENDI P. SAGALA, DAN LILIAN FERDINI A

Jurusan Biologi FMIPA, Universitas Sriwijaya, Sumatera Selatan, Indonesia

**INTISARI:** Pertumbuhan *Neptunia oleracea* Lour. pada limbah cair amoniak dari industri pupuk telah diteliti sebagai upaya mempelajari potensi tumbuhan tersebut pada remediasi limbah cair amoniak. *N. oleracea* ditumbuhkan pada media limbah cair dengan kadar amoniak 20, 40, 60, 80, 100 ppm dan tanpa limbah (kontrol). Hasil penelitian menunjukkan bahwa *N. oleracea* mampu tumbuh dan toleran pada kadar amoniak 80 ppm. Pertumbuhan *N. oleracea* terbaik didapatkan pada kadar amoniak 20 ppm dengan pertambahan berat segar 5,15 g dan kecepatan pertumbuhan 0,17 g/hari. *N. oleracea* berpotensi dikembangkan sebagai agen fitoremediasi limbah cair amoniak industri pupuk.

**KATA KUNCI:** pertumbuhan, limbah cair amoniak, fitoremediasi, *Neptunia oleracea* Lour.

**ABSTRACT:** The growth of *Neptunia oleracea* Lour. in ammonia liquid waste from industrious of urea fertilizer as an effort to progress of phytoremediation. The growth of *Neptunia oleracea* Lour. in ammonia liquid waste from industrious of fertilizer has been researched as an effort on study of potential that plants to remedition of ammonia liquid waste. *N. oleracea* grown in medium from liquid waste at ammonia dose are 20, 40, 60, 80, 100 ppm and without waste (control). The results of research showed that *N. oleracea* might grown and tolerance on ammonia dose at 80 ppm. The growth *N. oleracea* is the best on ammonia dose at 20 ppm, with fresh weight accretion was 5.15 g and rate of growth was 0.17 g/day. *N. oleracea* had potential to used as agent phytoremediation for ammonia liquid waste from industrious of fertilizer.

**KEYWORDS:** growth, liquid waste of ammonia, phytoremediation, *Neptunia oleracea* Lour

Januari 2010

## 1 PENDAHULUAN

Aktivitas industri pupuk urea yang berpotensi menimbulkan dampak pencemaran lingkungan adalah kegiatan pembuangan limbah cair ke perairan. Limbah cair yang merupakan hasil sampingan utama dari industri pupuk urea adalah amoniak. Berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No.122 tahun 2004<sup>[1]</sup>, beban pencemaran maksimal untuk industri pupuk urea adalah kadar amoniak sebesar 0,75 kg/ton dan pH 6-10.

Komitmen dari industri pupuk untuk terus meningkatkan pengelolaan lingkungan seperti yang dilakukan PT PUSRI dengan pengolahan air limbah memakai Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) dan Minimasi Pemisah Air Limbah (MPAL). Upaya penyempurnaan pengelolaan limbah yang dapat dikembangkan dengan menggunakan prinsip fitoremediasi.

Peluang untuk memanfaatkan tanaman air dalam proses fitoremediasi dalam pengolahan air yang tercemar sangatlah memungkinkan. Selain banyak fakta yang diamati di alam, juga telah banyak dilakukan studi mengenai kemampuan tanaman air untuk menurunkan kadar pencemar pada limbah. Pengembangan potensi yang dimiliki oleh tanaman air sangat ter-

gantung pada kemampuan untuk menentukan kondisi ideal bagi tanaman air sehingga dapat bekerja secara optimal dalam proses fitoremediasi (Yusuf, 2001 dalam [2]).

Tumbuhan yang mungkin berpotensi dalam fitoremediasi limbah cair amoniak adalah *Neptunia oleracea* Lour. Tumbuhan ini diduga dapat menurunkan kadar amoniak pada air limbah karena kemampuannya memanfaatkan amoniak yang terkandung dalam limbah cair secara tidak langsung sebagai nutrisi. Amoniak dengan bantuan bakteri diubah menjadi ion amonium, nitrat dan nitrit, yang langsung dapat diserap oleh tumbuhan. Tanaman ini juga merupakan tanaman legum akuatik yang mampu memfiksasi nitrogen<sup>[3]</sup>, fiksasi nitrogen dilakukan dengan cara bersimbiosis dengan *Rhizobia* yang terdapat pada bintil akarnya. Pada simbiotik tumbuhan ini akan mengeluarkan eksudat dari akar yang membantu pertumbuhan bakteri disekitar rhizofer.

Upaya pengembangan fitoremediasi dengan menggunakan *Neptunia oleracea* Lour. pada tahap awal perlu diketahui toleransi tumbuhan ini terhadap limbah cair amoniak sehingga perlu diteliti pertumbuhannya pada berbagai kadar amoniak

## 2 METODE PENELITIAN

### 2.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan Desember 2008 sampai Januari 2009, bertempat di rumah kaca Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.

### 2.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan: DO-meter, labu ukur, pH-meter, pipet ukur, Spektrofotometer, termometer, timbangan dan pot (ember).

Bahan yang dibutuhkan: air, akuades, reagen Nessler, limbah cair amoniak yang diambil dari Wetland area IPAL PT. PUSRI dan *N. oleracea* pada fase vegetatif.

### 2.3 Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL), dengan perlakuan limbah cair amoniak dalam media tumbuh *N. oleracea* dengan kadar: 20, 40, 60, 80, 100 ppm dan tanpa amoniak (kontrol).

### 2.4 Cara Kerja

**Persiapan tumbuhan *Neptunia oleracea*** yang berasal dari tempat tumbuh yang sama (rawa) dan mempunyai berat yang sama. Sebelum diberi perlakuan, *N. oleracea* diadaptasikan selama satu minggu. *Neptunia oleracea* yang telah diadaptasikan dimasukkan ke dalam ember-ember yang berisi limbah cair sesuai dengan perlakuan.

### 2.5 Variabel yang diamati

- Berat Segar (*BS*)  
Pengukuran berat segar tanaman dilakukan pada awal dan akhir penelitian (30 hari perlakuan)
- Kecepatan Pertumbuhan  
Kecepatan Pertumbuhan dihitung untuk mengetahui seberapa banyak tumbuhan mengalami pertambahan pertumbuhan setiap harinya. Kecepatan Pertumbuhan dihitung dengan rumus:

$$\text{Kecepatan Pertumbuhan} = \frac{BS_2 - BS_1}{t_2 - t_1}$$

dengan  $BS_1$  = berat segar tanaman awal,  $BS_2$  = berat segar tanaman akhir,  $t_1$  = waktu pengamatan awal, dan  $t_2$  = waktu pengamatan akhir.

### 2.6 Analisis Data

Data yang diperoleh dari hasil pengamatan akan dilakukan analisa varian. Jika terdapat perbedaan nyata akan dilanjutkan dengan uji lanjut *Duncan New Multiple Range Test* (DNMRT) pada taraf  $\alpha$  5%.

## 3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Perlakuan limbah cair amoniak menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap pertumbuhan *N. oleracea* yang meliputi pertambahan berat segar dan kecepatan pertumbuhan selama 30 hari pengamatan (Lampiran A Tabel 1 dan 2). *N. oleracea* mampu tumbuh dan berkembang dengan baik. Hal ini dapat dilihat dengan adanya pertambahan berat segar pada akhir penelitian. Bertambahnya berat segar *N. oleracea* disebabkan karena *N. oleracea* memanfaatkan

limbah cair amoniak sebagai nutrisi yaitu sebagai sumber nitrogen. Pemanfaatan sumber nitrogen oleh *N. oleracea* walaupun tidak langsung dari amoniak tetapi dalam bentuk amonium, nitrat atau nitrit yang telah diubah oleh bakteri rhizosfer. Bakteri rhizosfer juga sangat tergantung kepada eksudat yang dikeluarkan akar *N. oleracea*. Selain itu, adanya kemampuan adaptasi tumbuhan terhadap perubahan lingkungan pada media juga mempengaruhi pertumbuhan *N. oleracea*. Berat segar dan kecepatan pertumbuhan *N. oleracea* setelah 30 hari penanaman dari berat segar awal didapatkan hasil seperti pada Tabel 1.

Berdasarkan Tabel 1, diketahui bahwa semakin besar kadar amoniak yang terkandung dalam air maka akan semakin kecil pertambahan berat segar dan kecepatan pertumbuhan *N. oleracea*. Pada kadar amoniak 100 ppm, *N. oleracea* mengalami penurunan berat segar dan kecepatan pertumbuhan yang kecil. Hal ini menunjukkan bahwa *N. oleracea* mampu toleran terhadap kondisi media dengan kadar amoniak kurang dari 100 ppm. Pada perlakuan kadar amoniak kurang dari 100 ppm (20 sampai 80 ppm), *N. oleracea* mampu tumbuh dan berkembang dengan baik, karena *N. oleracea* masih toleran dan mampu memanfaatkan amoniak yang terkandung dalam media sebagai sumber nutrisi, yaitu sebagai sumber nitrogen. Sementara pada kadar amoniak lebih besar dari 100 ppm, *N. oleracea* tidak dapat toleran karena pada kadar amoniak dan pH yang tinggi amoniak bersifat toksik. Nilai pH sangat mempengaruhi tingkat toksisitas amoniak pada perairan.

Pada media dengan kondisi pH yang tinggi menyebabkan amoniak yang terkandung dalam media tidak terionisasi. Amoniak dalam bentuk yang tidak terionisasi akan mudah menembus membran sel, sehingga mengganggu proses respirasi dan penyerapan hara di akar. Selain itu pH yang rendah menyebabkan tumbuhan menyerap sumber nitrogen dalam bentuk amonium. Hal ini akan mengganggu proses respirasi yaitu pada proses transfer elektron dan fosforilasi oksidatif. Ion amonium merupakan penghambat yang potensial pada fosforilasi oksidatif, yaitu menghambat pembentukan ATP oleh ATPase<sup>[4]</sup>. Selanjutnya Jenie dan Winiati<sup>[5]</sup> menyatakan bahwa konsentrasi amoniak yang tinggi pada perairan akan menyebabkan kematian pada makhluk hidup yang terdapat di perairan. Sifat toksin amoniak ini sangat dipengaruhi oleh nilai

TABEL 1: Berat segar dan kecepatan pertumbuhan *N. oleracea* pada media tanam limbah cair amoniak selama 30 hari. Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada tiap kolom menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji DNMR taraf 5%, sedangkan tanda ( ) menunjukkan terjadinya penurunan berat segar dan kecepatan pertumbuhan tanaman

Limbah cair	Berat Segar(g)		Perubahan Berat Segar (g)	Kecepatan Pertumbuhan (g/hr)
	Awal	Akhir		
Tanpa amoniak	100	152,10	52,1 <sup>b</sup>	1,74 <sup>b</sup>
amoniak 20 ppm	100	141,55	41,55 <sup>b</sup>	1,39 <sup>b</sup>
amoniak 40 ppm	100	135,05	35,05 <sup>b</sup>	1,17 <sup>b</sup>
amoniak 60 ppm	100	117,05	17,05 <sup>ab</sup>	0,57 <sup>ab</sup>
amoniak 80 ppm	100	105,15	5,15 <sup>ab</sup>	0,17 <sup>ab</sup>
amoniak 100 ppm	100	75,35	(24,65 <sup>a</sup> )	(0,82 <sup>a</sup> )

pH. Pada nilai pH yang rendah amoniak akan bersifat toksin jika terdapat pada kadar yang tinggi, sedangkan pada pH yang tinggi akan bersifat toksin walaupun terdapat dalam kadar yang sedikit. Hal ini disebabkan karena amoniak berada dalam bentuk yang tidak terionisasi.

Toksisitas amoniak juga tergantung dari jumlah amoniak yang masuk dalam sel tumbuhan. Hal ini disebabkan karena membran sel biasanya bersifat impermeabel terhadap  $\text{NH}_4^+$ , sedangkan amoniak dalam bentuk tidak terionisasi akan mudah menembus membran sel<sup>[5]</sup>. Tingkat toksisitas amoniak juga ditentukan oleh kondisi oksigen terlarut dan suhu air. Tingkat toksisitas amoniak akan semakin meningkat pada kondisi kadar oksigen terlarut dan suhu yang rendah. Kondisi oksigen terlarut dan suhu yang rendah menyebabkan bakteri nitrifikasi di rhizofe tidak mampu melakukan proses nitrifikasi secara optimal. Bakteri nitrifikasi sangat peka terhadap kadar oksigen dan suhu yang rendah, karena bakteri nitrifikasi, yang pada umumnya tergolong pada bakteri mesofilik, pada kadar oksigen yang rendah akan menyebabkan bakteri sulit untuk aktif dan berkembang biak. Pada umumnya respons akar terhadap kondisi kadar oksigen yang rendah yaitu terjadinya ketidakseimbangan metabolisme<sup>[4]</sup>. Akar akan mempercepat proses glikolisis dan terjadi fermentasi pada keadaan hipoksia. Ketidakseimbangan lainnya meliputi penyerapan garam mineral yang tidak cukup (khususnya nitrogen), dan menyebabkan daun menjadi layu serta diikuti fotosintesis dan translokasi karbohidrat yang lambat. Kekurangan oksigen juga akan menurunkan permeabilitas akar terhadap air.

Toksisitas amoniak pada umumnya menyebabkan reaksi pertumbuhan yang menurun, sehingga diperlukan adaptasi langsung pada kisaran toleransi tanaman terhadap faktor yang toksik. Hal ini menunjukkan gambaran yang jelas antara tumbuhan yang mampu beradaptasi dan tidak pada kisaran toleransi tumbuhan. Tumbuhan yang mampu beradaptasi pada keadaan media dapat mencapai keadaan fisiologi yang optimum, meskipun hanya pada kadar amoniak ter-

tentu tumbuhan benar-benar mampu memanfaatkan amoniak yang terkandung pada media, sehingga pada kadar amoniak tersebut tumbuhan dapat terus hidup dan berkembang<sup>[6]</sup>. Hal ini dapat dilihat dari pertumbuhan dan perkembangan *N. oleracea* pada perlakuan kadar amoniak 20, 40, 60 dan 80 ppm yang masih mampu bertoleransi dan beradaptasi terhadap amoniak yang ada pada media. Sedangkan, pada perlakuan kadar amoniak 100 ppm sebagian *N. oleracea* mengalami kematian, sedangkan tumbuhan yang mampu beradaptasi mampu terus hidup dan berkembang dengan baik (Lampiran B)

Berdasarkan pertumbuhan *N. oleracea* dapat diduga bahwa *N. oleracea* mampu memperbaiki kualitas air dan menjaga pH air tetap netral serta kadar amoniak yang rendah. Terjadinya perbaikan kualitas air pada limbah cair amoniak disebabkan oleh adanya proses penyerapan amoniak oleh tanaman *N. oleracea* dan memanfaatkan amoniak sebagai sumber nitrogen dari air. Menurut Mangkoedihardjo<sup>[7]</sup>, proses degradasi senyawa limbah pada tumbuhan didasarkan pada mekanisme fungsi dan struktur tumbuhan. Pada *N. oleracea*, proses degradasi terjadi dengan cara, amoniak yang berada disekitar akar diubah terlebih dahulu menjadi ion amonium dan ion nitrat dengan bantuan bakteri, kemudian ion nitrat akan diserap oleh akar dan digunakan dalam proses metabolisme tumbuhan. Proses degradasi ini disebut juga dengan rizofiltrasi. Oleh karena itu kerusakan morfologi *N. oleracea* yang lebih dahulu ditemukan adalah pada akar dibandingkan dengan bagian tumbuhan lainnya. Matinya akar *N. oleracea* disebabkan karena terhambatnya proses respirasi pada akar yang disebabkan oleh kurangnya kadar oksigen pada air karena laju difusi oksigen di dalam air jauh lebih lambat dibandingkan di udara, dan penyerapan senyawa limbah yang terlalu banyak.

#### 4 KESIMPULAN

*Neptunia oleracea* mampu toleran hidup dan berkembang dengan baik pada limbah cair dengan kadar amo-

niak 80 ppm. Pertumbuhan *Neptunia oleracea* Lour. yang terbaik pada kadar amoniak 20 ppm yaitu penambahan berat segar sebesar 41,55 gram dan kecepatan pertumbuhan 1,39 gram per hari. *Neptunia oleracea* berpotensi dikembangkan sebagai agen fitoremediasi limbah cair amoniak dari industri pupuk.

**5 SARAN**

Selanjutnya diteliti kemampuan *Neptunia oleracea* sebagai agen fitoremediasi limbah cair amoniak. dan dilanjutkan dengan seleksi lini pada tumbuhan ini untuk mendapatkan tumbuhan yang lebih toleran terhadap kadar amoniak dan pH yang tinggi, dan pengujian dalam Wetland.

**DAFTAR PUSTAKA**

[1] Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 122 tahun 2004, *Tentang perubahan atas keputusan menteri negara lingkungan hidup nomor: KEP-51/MenLH/10/1995 tentang Baku Mutu Limbah cair bagi kegiatan Industri.* <http://hukum.unsrat.ac.id/mem/menlh.122.2004.pdf>: 1 Agustus 2008

[2] Sitorus, V.N., 2007, Kemampuan tanaman air (Enceng Gondok, *Eichornia crassipes* (Mart.) Solms.), (Kiambang, *Salvinia molesta*), (Kangkung Air, *Ipomea aquatica*) dalam pengolahan air yang tercemar nitrogen, *Thesis Program Pasca Sarjana Universitas Sriwijaya*, Palembang, 72 hal. (tidak dipublikasikan)

[3] Anonim, 2008, Water mimosa: Pest aller, [http://www.dpi.qld.gov.au/cps/rdc/dpi/hs.xsl/4790\\_8945\\_ENA\\_HTML.htm](http://www.dpi.qld.gov.au/cps/rdc/dpi/hs.xsl/4790_8945_ENA_HTML.htm), 12 April 2008

[4] Salisbury, F.B. & C.W.Ross, 1995, *Fisiologi Tumbuhan*, Jilid2, D.R. Lukman & Sumaryono (Penterjemah), Penerbit ITB, Bandung, 343 hal.

[5] Jenie, B.S.L & P.R Winiati, 2006, *Penanganan Limbah Industri Pangan*, penerbit Kanisius, Yogyakarta, 184 hal.

[6] Fitter, A.H. & R.K.M. Hay, 1998, *Fisiologi Lingkungan Tanaman*, S. Andayani & E.D. Purbayanti (Penterjemah), B. Srigantodo (Editor), Gadjah mada University Press, Yogyakarta, 421 hal.

[7] Mangkoedihardjo, S., 2005, Fitoteknologi dan ekotoksikologi dalam desain operasi pengomposan sampah, *Prosiding Seminar nasional Teknologi Lingkungan*, ITS, Surabaya, 1-9

**LAMPIRAN A: ANALISIS VARIAN**

TABEL 2: Perubahan berat segar

Sumber Ragam	JK	Fh	F <sub>α</sub> (0,05)
Perlakuan	15750,61	3,13*	2,77
Galat	18133,29		
Total	33883,90		

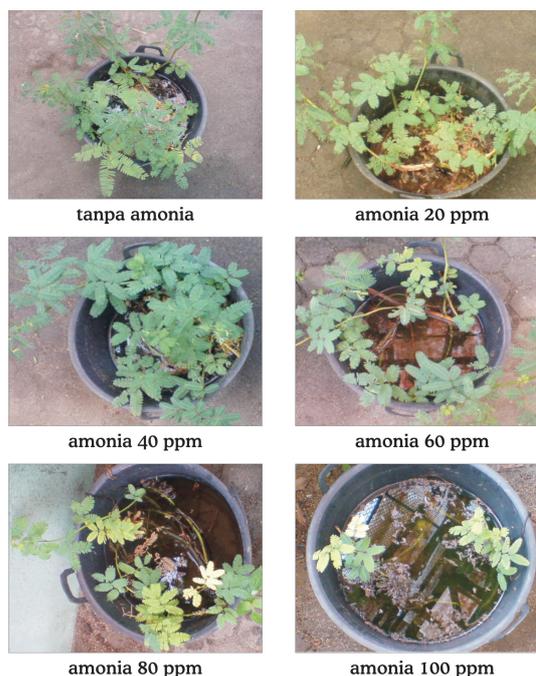
Ket.: \* = Berpengaruh nyata pada taraf 5%

TABEL 3: Kecepatan pertumbuhan *N. oleracea*

Sumber Ragam	JK	Fh	F <sub>α</sub> (0,05)
Perlakuan	17,97	3,34*	2,77
Galat	19,36		
Total	37,33		

Ket.: \* = Berpengaruh nyata pada taraf 5%

**LAMPIRAN B: GAMBAR NEPTUNIA OLERACEA LOUR.**



GAMBAR 1: *Neptunia oleracea* Lour. setelah 30 hari yang ditumbuhkan pada berbagai kadar limbah limbah cair amoniak.