

HIGIENISASI DAN APLIKASI URIN MANUSIA SEBAGAI PUPUK MINERAL PADA TANAMAN SAWI HIJAU (*Brassica rapa*)

HYGIENIZATION AND APPLICATION OF HUMAN URINE AS MINERAL FERTILIZER FOR FIELD MUSTARD PLANTS (*Brassica rapa*)

Maria Prihandrijanti* dan Tuani Lidiawati
Pusat Studi Lingkungan Universitas Surabaya
Jl. Ngagel Jaya Selatan 169. Surabaya 60284, Indonesia
***e-mail: prihandrijanti@ubaya.ac.id**

Abstrak

Penelitian ini bertujuan menghasilkan pupuk mineral dari urin manusia untuk tanaman dan membandingkan efektifitas pupuk mineral pada tanaman uji pada variasi jenis tanah. Tanaman uji yang digunakan adalah sawi (*Brassica rapa*). Di awal penelitian dilakukan proses higienisasi untuk membunuh bakteri patogen dalam urin, yaitu *Salmonella sp* dan *Shigella sp*. Proses higienisasi dilakukan dengan mengubah pH urin menjadi pH 2 dan pH 9 serta menyimpannya di dalam dan di luar ruangan selama 1 bulan. Sebelum proses higienisasi dimulai, dilakukan analisa konsentrasi awal N-total, P-total, K, TOC, fecal coli, dan bakteri patogen (*Salmonella sp.* dan *Shigella sp.*) dalam sampel urin segar. Di akhir masa penyimpanan dilakukan kembali analisa konsentrasi N-total, P-total, K, TOC, fecal coli, dan bakteri patogen (*Salmonella sp.* dan *Shigella sp.*) terhadap urin. Setelah itu urin diaplikasikan pada tanaman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penyimpanan urin selama kurang lebih sebulan telah menghilangkan patogen yang terkandung dalam urin. Aplikasi urin sebagai pupuk tanaman sayur, khususnya sawi hijau (*Brassica rapa*), menunjukkan hasil pertumbuhan yang lebih baik dibandingkan sawi yang diberi pupuk NPK dan tanpa pupuk.

Kata kunci: urin manusia, higienisasi, pupuk mineral

Abstract

This research aims to produce mineral fertilizer from human urine that is safe for application to plants, and to compare the effectiveness of mineral fertilizers on crop using various soil types. The tested plant was mustard (*Brassica rapa*). The research work was started with elimination of pathogenic bacteria (*Salmonella sp* and *Shigella sp*) in the urine. This process was done by pH adjustment to 2 and 9. The urine was kept indoor and outdoor for one month prior to sterilization of the urine. Before the process begins hygienization, and measurements of the initial concentrations of total N, total P, K, potassium, TOC, fecal coli, and bacterial pathogens (*Salmonella sp.* and *Shigella sp.*) in fresh urine samples were measured. After one month re-analyses of the sample were conducted. The results showed that after one month there was no pathogens (*Salmonella sp.* and *Shigella sp.*) found. Urine was applied as fertilizer for the vegetable plant. The plant showed better growth than those without fertilizer application and those with NPK fertilizer application.

Keywords: human urine, hygienization, mineral fertilizer

1. PENDAHULUAN

Limbah rumah tangga, khususnya ekskreta, hingga saat ini masih sering menimbulkan masalah yang berdampak pada lingkungan dan kesehatan karena belum dikelola dengan baik. Ekskreta manusia terdiri dari dua komponen dasar, yaitu tinja dan urin. Masing-masing memiliki karakteristik yang berbeda dan dihasilkan dalam jumlah yang berbeda. Tinja manusia mengandung berbagai jenis mikroorganisme yang dapat menimbulkan penyakit. Urin manusia lebih aman dari mikroorganisme, namun tetap menimbulkan resiko pada kasus-kasus tertentu. Di sisi lain, urin merupakan sumber daya potensial yang mengandung bahan organik serta mineral untuk tanaman dan dapat dijadikan pupuk untuk pertanian. Oleh sebab itu, urin dapat dimanfaatkan sebagai pupuk. Hal ini mengingat produksi pupuk mineral (sintetis) yang sangat banyak mengkonsumsi energi, menghabiskan sumber daya alam yang sangat terbatas, dan menimbulkan berbagai masalah lingkungan. Selain itu, harga pupuk sintetis juga tinggi dan tidak terjangkau oleh banyak petani Indonesia.

Beberapa keuntungan yang bisa didapatkan dari penggunaan urin sebagai pupuk cair yaitu kandungan nutriennya yang tinggi dan mudah didapatkan. Selain tersedia sepanjang tahun, biaya produksinya murah dan bisa mengurangi pencemaran lingkungan. Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa lebih dari 1 L urin dan kurang dari 200 g tinja, termasuk kadar airnya, dihasilkan oleh manusia setiap harinya (Del Porto dan Steinfeld, 2002). Kualitas urin ditentukan oleh jenis makanan, lokasi, umur, aktivitas serta status kesehatan. Mengingat volume limbah yang cukup besar, dihasilkan dari 200 juta lebih penduduk Indonesia, maka pengolahan urin menjadi pupuk cair perlu dipertimbangkan sebagai alternatif untuk mengatasi masalah kelangkaan dan mahalnya harga pupuk yang terjadi di Indonesia.

Potensi urin sebagai pupuk yang cukup besar ini masih memerlukan berbagai kajian dan penelitian terlebih dahulu agar dapat digunakan dengan mudah, murah, dan higienis. Penelitian ini bertujuan menghasilkan pupuk mineral dari urin manusia yang aman diaplikasikan pada tanaman melalui proses higienisasi urin. Selain itu, membandingkan keefektifan penggunaannya pada tanaman sayur sawi yang ditanam pada dua jenis tanah yang berbeda.

2. METODA

Higienisasi Urin

Pada penelitian ini digunakan urin segar dari orang yang sehat. Ada tiga variasi perlakuan pada urin sebelum disimpan yaitu: diturunkan pHnya sampai pH 2, dinaikkan pHnya sampai pH 9, dan dibiarkan seperti pH awal urin. Penyimpanan dilakukan di dalam ruangan (suhu 27°C, tidak terpapar pada matahari) dan di luar ruangan (suhu 31°C, terpapar pada matahari). Berdasarkan berbagai variasi perlakuan tersebut akan dapat diketahui efek dari masing-masing perlakuan terhadap penghilangan bakteri patogen yang diteliti. Urin disimpan dalam botol kaca transparan atau terang (volume 1 L) yang tertutup rapat. Penggunaan botol kaca dimaksudkan untuk memudahkan pengamatan perubahan warna yang terjadi pada urin selama penyimpanan.

Sebelum proses higienisasi dimulai, dilakukan analisis konsentrasi awal N-total, P-total, K, TOC, fecal coli, dan bakteri patogen (*Salmonella sp.* dan *Shigella sp.*) dalam sampel urin segar. Kemudian urin disimpan selama 1 bulan untuk proses higienisasi. Di akhir masa penyimpanan dilakukan kembali analisa konsentrasi N-total, P-total, K, TOC, fecal coli, dan bakteri patogen (*Salmonella sp.* dan *Shigella sp.*) terhadap urin. Setelah itu urin diaplikasikan pada tanaman.

Aplikasi Pada Tanaman

Aplikasi urin pada tanaman dilakukan sesuai dengan panduan atau literatur mengenai pemu-

pukan pada tanaman uji. Selama pelak-sanaan uji coba, tanaman tidak diberikan pes-tisida. Tanaman yang digunakan untuk me-nguji keefektifan pupuk urin adalah sawi (*Brassica rapa* kelompok *parahcinensis*) jenis *Caigran*. Sebelum digunakan, benih disemai dalam kotak persemaian dengan media kompos dan disiram setiap hari. Setelah berumur 14 hari tanaman dipindahkan ke dalam pot percobaan berdiameter 25 cm. Tanaman yang digunakan dalam percobaan adalah tanaman yang sehat, memiliki daun 3-5 helai, dan panjang \pm 10 cm. Masing-masing pot ditanami 4 tanaman dan disiram setiap hari kecuali jika turun hujan.

Variasi pemupukan adalah pemupukan dengan urin, pemupukan dengan NPK dan tanpa pemupukan. Media tanam dibedakan menjadi dua jenis yaitu tanah subur dan tanah tidak subur. Umur panen 40 hari setelah masa tanam. Pemanenan dilakukan dengan menca-but seluruh tanaman beserta akarnya. Banyaknya urin yang ditambahkan pada setiap pot tanaman adalah 193 mL, setara dengan dosis pemberian pupuk urea pada tanaman sawi sebanyak 250 kg/ha. Sedangkan pupuk NPK yang ditambahkan pada setiap pot tanaman adalah 0,785 g. Pemupukan dilakukan satu kali setelah tanaman berumur 15 hari setelah ditanam. Dilakukan pengamatan secara fisik terhadap pertumbuhan tanaman dan perbandingan hasil tanaman antara tanaman yang dipupuk dengan pupuk urin dan yang dipupuk dengan pupuk NPK serta tanpa pemupukan sebagai kontrol. Setelah itu diamati perbedaan efek pemupukan terhadap pertumbuhan tanaman sawi.

Setelah tanaman dipanen, pada tiap variasi pemupukan dilakukan pengukuran panjang dan penimbangan berat tanaman. Hal ini bertujuan mengetahui pengaruh pemberian pupuk urin terhadap hasil tanaman. Analisis kandungan makronutrien (N, P, dan K) media tanam dilakukan sebelum media ditanami dan setelah panen untuk melihat perubahan yang

terjadi pada kandungan makronutrien media tanam.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Urin yang dipakai secara langsung atau setelah melalui penyimpanan merupakan sebuah alternatif yang murah dan mudah untuk menghasilkan pupuk mineral yang kaya nitrogen (N) bagi pertanian. Nutrien dalam urin berbentuk ionik dan ketersediaannya terhadap tanaman sangat baik dibandingkan dengan pupuk kimia (Johansson, *et al.*, 2001; Kirchmann dan Pettersson, 1995; Kvarmo, 1998; Stintzing *et al.*, 2001).

Penggunaan urin segar sebagai pupuk tanaman mengandung resiko tersebaranya bakteri patogen yang terkandung di dalamnya apabila urin berasal dari rumah sakit atau orang sakit. Urin yang berasal dari orang sehat pada dasarnya sudah steril, namun pada penggunaannya harus dilakukan pengenceran terlebih dahulu. Penyimpanan urin sebelum digunakan merupakan salah satu cara untuk menghasilkan urin yang lebih aman diaplikasikan pada tanaman. Hasil analisis awal beberapa parameter urin orang sehat terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Analisis Awal Urin Segar

Parameter	Konsentrasi
pH awal	7,5
N-total, % v/v	5,34
P-total (P ₂ O ₅), % v/v	0
Kalium (K ₂ O), % v/v	0,018
TOC, (mg/L)	68.326,78
Fecal coli, sel/100 mL	0
<i>Salmonella sp.</i> , sel/100 mL	0
<i>Shigella sp.</i> , sel/100 mL	0

Higienisasi urin

Proses higienisasi urin dilakukan dengan menyimpannya selama satu bulan. Karena pada sampel urin segar tidak ditemukan bakteri *Salmonella sp.* dan *Shigella sp.* maka dalam penelitian dilakukan inokulasi kedua jenis bakteri tersebut sebelum perlakuan pH. Kedua jenis bakteri tersebut diinokulasi dalam urin dengan waktu pembiakan selama sehari dengan

konsentrasi $2,6.10^6$ CFU/mL. Kemudian dilakukan perhitungan jumlah koloni kedua jenis bakteri untuk memastikan bahwa di dalam urin terdapat kedua jenis bakteri tersebut. Setelah sehari maka didapatkan jumlah kandungan bakteri yang berbeda. Kandungan kedua jenis bakteri dalam urin setelah perlakuan pH tampak pada Tabel. 2.

Tabel 2. Kandungan Bakteri Setelah Perlakuan

Jenis Bakteri	Jumlah Bakteri (sel/100 mL)	
	Sebelum perlakuan	Setelah perlakuan pH (1 bulan)
<i>Salmonella sp</i>	$5,1.10^5$	-
<i>Shigella sp</i>	2.10^6	-

Terlihat bahwa penyimpanan urin selama 1 bulan sudah dapat menghilangkan bakteri patogen di dalam urin, baik pada pH 2 maupun pH 9, dan berlaku sama untuk yang disimpan di dalam maupun di luar ruangan. Hal tersebut menunjukkan bahwa baik perubahan pH maupun penyimpanan urin di dalam dan di luar ruangan cukup efektif untuk menghilangkan kandungan bakteri patogen dalam urin. Perlakuan tersebut menciptakan kondisi lingkungan yang tidak ideal bagi pertumbuhan kedua jenis bakteri. Beberapa faktor fisikokimia dan biologis mempengaruhi daya tahan (*survival*) mikroorganisme di lingkungan seperti temperatur, pH, konsentrasi ammonia, kelembaban, radiasi sinar matahari, kehadiran mikroorganisme lain, dan nutrien.

Berbagai studi telah dilakukan di Eropa terhadap berbagai mikroorganisme yang ditambahkan ke urin dan waktu inaktivasinya. Untuk urin, sejauh ini disimpulkan bahwa yang mempengaruhi inaktivasi mikroorganisme terutama adalah suhu dan peningkatan pH sampai dengan pH 9. Bakteri seperti *Salmonella sp.* dan *E. coli* yang juga mewakili bakteri gram negatif lainnya mengalami inaktivasi dengan cepat. Bakteri gram positif memiliki rate inaktivasi yang serupa dengan *Cryptosporidium parvum* dan memiliki waktu kematian (*die-off*) yang lebih

lambat daripada bakteri gram negatif (Höglund, 2001). Jönsson, *et al.* (2000) dan Höglund (2001) merekomendasikan bahwa penyimpanan pada suhu 20°C selama lebih dari enam bulan dapat mematikan semua mikroorganisme patogen dan urin dapat diaplikasikan pada semua tanaman pertanian. Namun untuk tanaman yang dimakan mentah aplikasi urin dilakukan paling dekat sebulan sebelum panen dan disiramkan pada media tanam, bukan pada tanamannya. Adanya penyimpanan urin sebelum digunakan dapat menurunkan resiko transmisi penyakit menular oleh urin dan kontaminasi oleh bakteri patogen yang terkandung di dalamnya.

Ditinjau dari kandungan nutriennya, terlihat bahwa secara umum penyimpanan urin menurunkan konsentrasi N-total dan TOC (Tabel 3). Secara visual, terjadi perubahan warna pada urin menjadi lebih kecoklatan.

Tabel 3. Kandungan Urin Setelah Penyimpanan Sebulan

Perlakuan	N-total, % vol	P-total (P ₂ O ₅), % vol.	K (K ₂ O), % vol.	TOC, mg/L
BD	5,07	0	0,016	62535,69
BL	4,91	0	0,018	63358,81
pH 2 D	4,27	0	0,018	62535,69
pH 2 L	4,11	0	0,018	62674,34
pH 9 D	4,07	0	0,018	60283,99
pH 9 L	4,23	0	0,018	62812,99

Keterangan:

- BD : Blanko/kontrol disimpan dalam ruangan
- BL : Blanko/kontrol disimpan di luar ruangan
- pH 2 D : Urin pH 2 disimpan dalam ruangan
- pH 2 L : Urin pH 2 disimpan di luar ruangan
- pH 9 D : Urin pH 9 disimpan dalam ruangan
- pH 9 L : Urin pH 9 disimpan di luar ruangan

Aplikasi Pada Tanaman Sayur

Urin manusia telah lama dipakai sebagai pupuk untuk taman skala kecil di berbagai tempat di seluruh penjuru dunia meskipun penggunaannya kebanyakan tidak terdokumentasi. Urin mengandung sejumlah besar P dan K. Tetapi mengingat kandungan N-nya yang besar maka rasio P/N dan K/N menjadi lebih rendah daripada banyak pupuk mineral yang dipakai untuk menghasilkan sayuran. Hasil yang dicapai jika menggunakan pupuk urin bervariasi

asi bergantung pada banyak faktor. Salah satu aspek yang penting adalah kondisi tanah. Efek urin, seperti halnya pupuk kimia, mungkin sedikit lebih rendah pada tanah dengan kadar senyawa organik yang rendah dibandingkan dengan tanah yang memiliki kadar organik tinggi (Jönsson *et al.*, 2004). Hasil pengukuran berat dan panjang tanaman hasil percobaan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengukuran Tanaman Sawi

Variasi	Berat rata2 per Tanaman (g)	Panjang rata-rata 3 daun terpanjang (cm)
TS-B	6,67	19,72
TS-NPK	8,75	20,57
TS-U	16,67	23,22
S-B	10,00	16,83
S-NPK	30,00	27,50
S-U	45,00	29,00

Keterangan:

- TS-B : kontrol ditanam di tanah tidak subur
- TS-NPK : ditanam di tanah tidak subur dan diberi pupuk NPK
- TS-U : ditanam di tanah tidak subur dan diberi pupuk urin
- S-B : kontrol ditanam di tanah subur
- S-NPK : ditanam di tanah subur dengan adanya penambahan NPK tinggi
- S-U : ditanam di tanah subur dengan penambahan pupuk urin

Terlihat bahwa terdapat perbedaan yang cukup nyata antara berat rata-rata tanaman sawi yang diberi pupuk urin dengan yang tanpa pemupukan maupun yang diberi pupuk NPK. Pemberian pupuk urin menghasilkan berat tanaman yang paling besar, baik pada media tanah subur maupun tanah tidak subur. Pada sawi yang ditanam di tanah subur dan diberi pupuk urin dihasilkan berat sawi yang paling besar dibandingkan variasi lainnya. Guadarrama *et al.* (2002) menguji urin sebagai pupuk untuk selada yang tumbuh di rumah kaca di Mexico, dibandingkan antara pupuk urin dengan kompos, campuran urin-kompos, dan tanpa pupuk sama sekali. Urin memberikan hasil yang terbaik karena ketersediaan N-nya yang tinggi. Hasil serupa juga dilaporkan untuk tanaman sayuran lain. Dari sini dapat disimpulkan bahwa urin memberikan manfaat yang signifikan terhadap pertumbuhan tanaman sayuran,

sehingga berpotensi sebagai pupuk alternatif yang perlu dipertimbangkan.

Setelah sawi dipanen, dilakukan analisis terhadap kandungan C organik, N-total, P₂O₅, dan K₂O pada tanah. Hasil analisis awal kandungan tanah dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Analisis Kandungan Tanah Setelah Ditanami dan Diberi Perlakuan

Variasi Pemupukan	Parameter			
	C org (% b/v)	N tot (% b/v)	P ₂ O ₅ (mg/kg)	K ₂ O (me/100 g)
S	3,09	0,26	361,86	6,93
S-U	3,50	0,37	261,40	3,36
S-NPK	4,91	0,46	404,17	3,67
TS	2,02	0,21	193,26	2,21
TS-U	1,10	0,13	237,72	1,11
TS-NPK	1,25	0,13	186,06	1,37

Keterangan:

- S : Kontrol tanah subur (tanpa pemupukan)
- S-U : Tanah subur, pupuk urin
- S-NPK : Tanah subur, pupuk NPK
- TS : Kontrol tanah tidak subur (tanpa pemupukan)
- TS-U : Tanah tidak subur, pupuk urin
- TS-NPK : Tanah tidak subur, pupuk NPK

Berdasarkan Tabel 5 dapat diketahui bahwa terjadi perbedaan kandungan beberapa parameter setelah dilakukan pemupukan. Secara umum terjadi kenaikan N-total dan C organik pada tanah subur, sementara terjadi penurunan kandungan P₂O₅ dan K₂O. Hal ini menunjukkan bahwa tanaman banyak menyerap P dan K yang ada di tanah selama pertumbuhannya. Khusus tanaman yang ditanam pada tanah subur dengan pupuk urin, tanaman mengambil unsur P dan K dari tanah, mengingat urin yang digunakan kadar P-nya tidak ada dan kadar K-nya sangat kecil.

Pada tanah tidak subur secara umum terjadi penurunan kandungan parameter hampir pada seluruh variasi pemupukan kecuali kandungan P₂O₅ pada tanah tidak subur yang dipupuk urin. Hal ini mungkin disebabkan oleh faktor eksternal, mengingat tanaman percobaan diletakkan di area terbuka. Hal ini memungkinkan masuknya burung atau hewan kecil lain ke pot tanaman yang mungkin dapat

menyebabkan perbedaan hasil. Pada hasil di Tabel 5 terlihat bahwa kandungan C organik, N total, P₂O₅ dan K₂O yang tinggi pada tanah subur yang diberi tambahan pupuk NPK tidak menjamin akan menghasilkan pertumbuhan tanaman yang maksimum. Data hasil panen menunjukkan bahwa pemupukan dengan urin menghasilkan hasil terbaik.

4. KESIMPULAN

Penghilangan bakteri patogen (*Salmonella sp.* and *Shigella sp.*) dalam urin dapat dilakukan dengan penyimpanan selama kurang lebih satu bulan, baik di dalam maupun di luar ruangan, dengan perubahan pH seperti pengasaman atau pembasaan. Penggunaan urin sebagai pupuk untuk tanaman sayur, dalam hal ini adalah sawi hijau, telah memberikan pertumbuhan yang lebih baik dibandingkan dengan pertumbuhan tanaman sawi hijau yang diberi pupuk NPK dan tanpa pupuk sama sekali.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Direktorat Perguruan Tinggi (DIKTI) yang telah membiayai penelitian ini melalui Penelitian Hibah Bersaing.

DAFTAR PUSTAKA

- Del Porto, D dan Carol, S. (2002). Composting Toilet System Book, Chelsea Green.
- Guadarrama, R. O., Pichardo, N. A., dan Morales-Oliver, E. (2001). Urine and Compost Efficiency Applied to Lettuce under Greenhouse Conditions in Temixco, Morales, Mexico. *First International Conference on Ecological Sanitation*. 5-8 November 2001. Nanning, China.
- Höglund, C. (2001). Evaluation of Microbial Health Risks Associated with The Reuse of Source Separated Human Urine. PhD thesis, Department of Biotechnology, Royal Institute of Technology, Stockholm, Sweden. ISBN 91-7283-039-5, 2001.
- Johansson, M., Jönsson, H., Höglund, C., Richert Stintzing, A. dan Rodhe, L. (2001). Urine Separation – Closing The Nutrient Cycle. Stockholm Water Company. Stockholm, Sweden. Available at: http://www.stockholmvatten.se/pdf_arkiv/english/Urinsep_eng.pdf.
- Jönsson, H., Vinneras, B., Höglund, C., Stenström, T.A., Dalhammar, G. Dan Kirchmann, H. (2000). Recycling Source Separated Human Urine. (Källsorterad humanurin ikretslopp (In Swedish, English summary)). VA-Forsk Report 2000-1. VAV AB, Stockholm, Sweden.
- Jonsson, H. (2004). Guidelines on the Use of Urine and Faeces in Crop Production. EcoSanRes Publication Series. Report 2004-2. Stockholm Environment Institute; Stockholm, Sweden.
- Kirchmann, H. dan Pettersson, S. (1995). Human Urine – Chemical Composition and Fertilizer Efficiency. *Fertilizer Research* 40:149-154.
- Kvarmo, P. (1998). Humanurin Som Kvävegödselmedel Till Stråsäd (Human Urine as Nitrogen Fertilizer to Cereals) (In Swedish). MSc thesis 1998, no 107, Department of Soil Science, Swedish University of Agricultural Sciences. Sweden.
- Stintzing, R., Rodhe, L. dan Åkerhielm, H. (2001). Human Urine as Fertilizer–Plant Nutrients, Application Technique and Environmental Effects (In Swedish, English summary). JTI-Rapport Lantbruk & Industri 278, Swedish Institute of Agricultural and Environmental Engineering Sweden.

