

PENAMBAHAN BERBAGAI ARAS SELENIUM UNTUK MENURUNKAN MERKURI DALAM RUMPUT YANG DITANAM PADA TANAH DI SEKITAR PABRIK TEKSTIL**SELENIUM ADDITION LEVEL TO REDUCE MERCURY IN THE GRASS PLANTED ON THE SOIL ADJACENT TO TEXTILE FACTORY****Ahimsa Kandi Sariri^{1*}, R. Djoko Soetrisno², dan Subur Priyono Sasmito Budhi²**¹Universitas Veteran Bangun Nusantara Sukoharjo, Jl. S. Humardani No.1, Sukoharjo²Fakultas Peternakan, Universitas Gadjah Mada, Jl. Fauna No.3, Bulaksumur, Yogyakarta, 55281**INTISARI**

Penelitian bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan Selenium (Se) dalam absorpsi Hg oleh rumput yang ditanam pada tanah tercemar Hg dan untuk mengetahui konsentrasi Se yang paling optimal dalam menurunkan absorpsi Hg oleh rumput yang ditanam pada tanah tercemar. Dua jenis rumput yang digunakan adalah *Panicum muticum* dan *Pennisetum purpureum*, dan 4 aras penambahan Se yaitu 0, 1, 2, dan 3 ppm, dengan 5 ulangan pada masing-masing perlakuan. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap Faktorial 2 jenis rumput dan x 4 aras penambahan Se. Analisis yang dilakukan meliputi analisis tanah dan analisis hijauan. Analisis tanah yang dilakukan adalah analisis tanah yang meliputi N total dengan metode Kjeldahl, P tersedia dengan metode Bray II, K tertukar dengan K terlarut dalam air, pH, Hg, dan Se dengan metode AAS. Hasil penelitian menunjukkan dengan perlakuan aras Se, spesies rumput dan interaksinya memberikan pengaruh yang sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap kadar Hg tanah, Se hijauan, dan kadar protein kasar hijauan. Kandungan Hg hijauan dipengaruhi secara nyata ($P < 0,05$) oleh penambahan aras Se, dipengaruhi secara sangat nyata ($P < 0,01$) oleh spesies rumput tetapi tidak dipengaruhi oleh interaksi antara keduanya. Kadar Se tanah tidak dipengaruhi secara nyata ($P < 0,01$) penambahan aras Se dan hanya dipengaruhi oleh spesies rumput dan interaksi antara spesies rumput dan penambahan aras Se. Kandungan Hg pada tanah (12,45 ppb) menurun setelah ditanami *Panicum muticum* (3,599 ppb) dan berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) dengan kandungan Hg tanah yang ditanami *Pennisetum purpureum* (0,52 ppb). Kandungan Hg hijauan tidak terdeteksi. Kandungan Se tanah (1,32 ppm) meningkat setelah ditanami *Panicum muticum* (1,395 ppm) dan berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) dengan kandungan Se tanah yang ditanami *Pennisetum purpureum* (1,585 ppm) begitu juga dengan kandungan Se hijauan. Kandungan protein kasar hijauan tertinggi terdapat pada aras Se 2 ppm untuk *Panicum muticum* 6,55% dan *Pennisetum purpureum* 6,88%. Disimpulkan bahwa penambahan berbagai aras Se tidak mempengaruhi keberadaan Hg tanah tetapi mengurangi absorpsi Hg oleh rumput yang ditanam pada tanah tercemar dan penambahan Se dengan konsentrasi 2 ppm yang optimal, memberikan kualitas hijauan terbaik dengan kandungan Hg hijauan rendah (tidak terdeteksi), kandungan Se hijauan paling rendah (3,25 ppm), dan mempunyai kandungan protein kasar tertinggi (6,72%).

(Kata kunci : Selenium, Merkuri, *Panicum muticum*, *Pennisetum purpureum*)

ABSTRACT

The study was conducted to determine the level of Se that influenced the absorption of Hg by grasses and to determine the optimal level of Se to reduce Hg absorption. Two species of grasses namely *Panicum muticum* and *Pennisetum purpureum*, and 4 levels of Se namely 0, 1, 2, and 3 ppm, with 5 replications of each treatments were used in this study. The experimental design was a Completely Randomized Design (CRD). Parameters measured were N total (Kjeldahl method), available P (Bray II method), exchangeable K (K in water method), Hg and Se content of the soil (AAS method). Samples of the forage were analyzed the Hg, Se, digestibility and crude protein (CP) content. Results of the study showed that species of grasses, level of Se and its interaction significantly ($P < 0.01$) affected Hg content of the soil, Se and crude protein content of the forages. Level of Se significantly ($P < 0.01$) affected Hg content of the forages while Se concentration on the soil were not affected by level of Se but affected by spesies of grasses and interaction between level Se and spesies of grasses. Hg content of the soil (12.45 ppb) decreased after *Panicum muticum* cultivation (3.599 ppb) and however, they were significantly ($P < 0.01$) different with the Hg content of the soil cultivated by *Pennisetum purpureum* (0.52 ppb). Hg contents of the *Panicum muticum* and *Pennisetum purpureum* were not detected under 0.54 ppb. Se contents of the soil increased after *Panicum muticum* cultivation (1.395 ppm) and were significant ($P < 0.01$) different with cultivated by *Pennisetum purpureum* (1.585 ppm) also Se contents of the forages. Highest crude

* Korespondensi (corresponding author):

Hp. +62 818 0453 2686, E-mail: ahimsakandisariri@yahoo.com

protein contents of the forages at the level Se 2 ppm for *Panicum muticum* (6.55%) and *Pennisetum purpureum* (6.88%). Conclusion of the study is addition of Se influence Hg absorption and level Se 2 ppm can be given to get the best forages quality.

(Key words : Selenium, Mercury, *Panicum muticum*, *Pennisetum purpureum*)

Pendahuluan

Berdirinya pabrik tekstil akan mempengaruhi kondisi tanah disekitar pabrik sebagai akibat dari limbah atau bahan beracun dari pabrik yang bisa berada di udara maupun air di sekitar pabrik yang berbahaya bagi kesehatan masyarakat. Hal ini akan mempengaruhi kualitas tanah yang akhirnya akan mempengaruhi produktivitas dan kualitas tanaman yang ditanam di sekitar pabrik. Pusat Penelitian Pengembangan Tanah dan Agroklimat pada tahun 2001 melaporkan bahwa limbah buangan pabrik tekstil mengandung unsur logam berat seperti Hg, Cd, Cr, Cu, Co, dan Zn. Dengan adanya unsur logam berat pada limbah pabrik tekstil akan menjadi sumber utama kontaminan yang mencemari tanah. Tanaman yang tumbuh di atas tanah yang telah tercemar akan mengakumulasi logam-logam tersebut pada semua bagian (akar, batang, daun, dan buah), apabila ternak mengkonsumsi logam-logam berat yang ada pada tanaman tersebut maka logam-logam akan ditimbun pada bagian-bagian tubuhnya. Merkuri mempunyai sifat terakumulasi dalam tubuh sebelum menjadi racun. Merkuri berinteraksi dengan grup-SH dan S-S dari protein yang mungkin akan membentuk Hg-S (Valee dan Ulmer, 1972). Selenium dapat digunakan untuk menurunkan keracunan Hg (bentuk organik atau anorganik) (Underwood, 1977). Ada kounteraksi dengan beberapa unsur beracun seperti Arsen (As), Cadmium (Cd), dan Air raksa (Hg) (Hill, 1975 *cit.* Parakkasi, 1995).

Beberapa mikroorganisme tanah selain memiliki protein merkuri reduktase (MerA) juga memiliki protein organomercuri liase (MerB) yang berfungsi dalam mengkatalisis pemutusan ikatan merkuri-karbon sehingga dihasilkan senyawa organik dan ion Hg. Selenium mempunyai peran-peran khusus dalam mengurangi toksisitas logam berat Hg (Nofiani dan Gusrizal, 2004). Merkuri di-transformasikan menjadi merkuri anorganik, dan menjadi terikat kuat dengan protein yang mengandung gugus tiol (sulfhidril) misalnya *glutathion*. Pengikatan dan disosiasi kompleks sulfhidril-merkuri dapat mengendalikan pergerakan merkuri dalam tanah (Silver dan Phung, 1979 *cit.* Nofiani dan Gusrizal, 2004). Foth (1988) menyatakan bahwa semakin *mobile* suatu unsur dalam tanah maka semakin kecil ketersediaannya dalam tanah.

Penelitian ini dilakukan bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan Se dalam absorpsi Hg oleh rumput yang ditanam pada tanah tercemar Hg dan untuk mengetahui konsentrasi Se yang paling optimal dalam menurunkan absorpsi Hg rumput yang ditanam pada tanah tercemar.

Materi dan Metode

Materi penelitian

Sampel tanah yang diambil dari samping pabrik tekstil Sritex Sukoharjo yang berjarak 40 meter, rumput *Panicum muticum* dan *Pennisetum purpureum*, SeO_2 dengan kandungan Se sebesar 97% yang diproduksi oleh Ajax Chemicals Australia.

Metode penelitian

Sampel tanah yang diambil dari samping pabrik tekstil berjarak 40 m dicampur secara merata dengan memakai *mixer* (molen) kemudian dianalisis meliputi pH tanah, N total diukur dengan metode Kjeldahl, P tersedia dengan metode Bray II, K tertukar dengan metode K terlarut dalam air, serta Hg dan Se dengan metode *atomic absorption spectrophotometry* (AAS).

Dua spesies rumput (A) digunakan dalam penelitian ini yaitu A1: rumput *Panicum muticum* dan A2: rumput *Pennisetum purpureum* sebagai faktor penelitian pertama. Faktor penelitian kedua adalah aras selenium (S), yaitu S0: penambahan Se sebesar 0 ppm, S1: penambahan Se sebesar 1 ppm, S2: penambahan Se sebesar 2 ppm, S3: penambahan Se sebesar 3 ppm. Masing-masing perlakuan diulang sebanyak 5 kali.

Pemeliharaan meliputi penyiraman air yang telah dilarutkan Se ke dalam tanah. Di bawah polibag diberi alas plastik untuk menampung air yang keluar dari dalam polibag yang kemudian dicampur kembali dengan larutan Se. Penyiraman dilakukan sampai kapasitas lapang.

Setelah 2 minggu dilakukan potong paksa dengan tujuan untuk menghilangkan sisa absorpsi rumput dari lahan asal. Pemotongan dilakukan 10 cm dari permukaan tanah. Setelah 50 hari (7 minggu) setelah potong paksa dilakukan pemanenan hijauan. Pemanenan dilakukan dengan memotong hijauan sampai 10 cm dari permukaan tanah. Kemudian hijauan diukur kandungan bahan kering hijauan dan protein dengan mengukur N total serta kandungan Hg dan Se.

Pada penelitian ini dilakukan pengukuran kadar Hg, Se, protein kasar hijauan, dan untuk mendukung penelitian, dilakukan pengukuran kandungan Hg dan Se tanah sebelum dilakukan perlakuan dan sesudah perlakuan selain itu juga dianalisis kandungan N, P, K tanah sebelum perlakuan untuk mengetahui tingkat kesuburan tanah.

Hasil dan Pembahasan

Dari hasil pengamatan dapat diketahui bahwa pH tanah relatif rendah, dibawah pH toleran (pH = 6,5-7,2). Hal ini bisa disebabkan karena tanah yang digunakan adalah tanah persawahan yang aerasi tanahnya cukup rendah sehingga akan memacu aktivitas mikroorganisme anaerobik tanah yang akan mendekomposisikan bahan organik yang akan menghasilkan H_2CO_3 yang sangat berperan dalam melarutkan basa-basa dalam tanah (Hakim, 1986) sehingga mudah tercuci atau terserap oleh tanaman. Hilangnya basa-basa tanah tersebut merupakan salah satu penyebab pH tanah turun.

Tanah di sekitar pabrik tekstil Sritex mempunyai kandungan N relatif rendah. Hal ini dimungkinkan karena pada tanah di sekitar pabrik tekstil merupakan tanah persawahan dan selalu ditanami padi. Tanaman padi adalah tanaman yang masuk dalam famili *Gramineae*, tanaman jenis ini adalah tanaman yang mempertahankan hidup dengan memperbanyak rumpun. Pembentukan rumpun banyak memerlukan N sebagai salah satu faktor pembentukannya sehingga penyerapan N dalam tanah cukup tinggi. Hal ini mengakibatkan kandungan N tanah relatif rendah, sehingga dalam setiap penanaman diperlukan tambahan pupuk N untuk bisa memenuhi kebutuhan tanaman.

Kandungan P dan K tanah cukup tinggi. Hal ini diakibatkan karena kebiasaan petani dalam pemberian pupuk anorganik yang merupakan satu paket yaitu pupuk urea sebagai sumber N, TSP sebagai sumber P dan pupuk KCl sebagai sumber K disertai pula dengan tidak adanya evaluasi kadar mineral tanah sebelum tanam sehingga terjadi akumulasi mineral tertentu yang bisa mengakibatkan penurunan kualitas tanah dan meracuni tanaman yang ditanam di atasnya.

Kandungan Se tanah relatif cukup yaitu 1,32 ppm sehingga dalam penelitian ini dipilih perlakuan penambahan Se dengan aras 0, 1, 2, dan 3 ppm untuk menghindari akumulasi Se dalam tanah karena Se merupakan *trace mineral* yang dibutuhkan dalam jumlah yang sangat sedikit. Se dalam keadaan ion mempunyai sifat sangat *mobile* dalam tanah tetapi sebaliknya dalam keadaan berikatan dengan unsur lain maka ikatan tersebut sangat kuat sehingga diharapkan penambahan Se ke dalam tanah tercemar Hg, Se akan berikatan dengan Hg. Se yang merupakan komponen dari enzim GSH-PX yang mengandung gugus sulfhidril akan berdisosiasi dengan ion Hg hasil dari kerja enzim organomercuri liase (MerB) yang mengkatalisis pemutusan ikatan merkuri-karbon. Disosiasi sulfhidril-merkuri dapat mengendalikan pergerakan merkuri sehingga akan memperkecil ketersediaannya dalam tanah dan tidak mudah diserap oleh tanaman.

Kandungan Hg pada tanah yang digunakan sangat tinggi dan melebihi ambang batas yang diijinkan oleh World Health Organization (WHO) yaitu 1 ppb. Hal ini bisa terjadi akibat limbah pabrik yang mengandung Hg sebagai salah satu unsur yang dipakai dalam pewarnaan tekstil (Anonim, 2008) atau berasal dari sumber lain pembuangan sampah padat seperti termometer Hg, *Switch* listrik, dan baterai juga pemakaian cat yang mengandung Hg, anti jamur dan pestisida serta pembakaran limbah minyak serta proses pelapukan batuan karena pengaruh iklim, sehingga perlu dilakukan upaya-upaya untuk menurunkan kandungan Hg dalam tanah agar tidak menjadi residu yang berbahaya bagi kehidupan dengan salah satu penambahan Se ke dalam tanah seperti penelitian yang dilakukan ini (Suhendrayatna, 2008).

Kandungan merkuri

Kandungan Hg tanah. Kandungan Hg sesudah penambahan Se disajikan pada Tabel 1. Hasil analisis variansi menunjukkan bahwa faktor jenis rumput, penambahan aras Se dan interaksi antara kedua faktor tersebut berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap kandungan Hg tanah setelah

Tabel 1. Rerata kandungan Hg tanah setelah panen (ppb) (*mean of Hg content of the soil after harvest (ppb)*)

	Aras penambahan Se (ppm) (<i>level of Se addition (ppm)</i>)				Rerata (<i>average</i>)
	0	1	2	3	
<i>P. muticum</i>	5,259 ^d	3,915 ^c	3,055 ^b	2,170 ^a	3,599 ^B
<i>P. purpureum</i>	0,520	0,520	0,520	0,520	0,520 ^A
Rerata (<i>average</i>)	2,890 ^d	2,218 ^c	1,788 ^b	1,345 ^a	

^{a,b,c,d} Superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan yang sangat nyata ($P < 0,01$) (*different superscripts at the same row indicate significant differences (P < 0.01)*).

^{A,B} Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang sangat nyata ($P < 0,01$) (*different superscripts at the same column indicate significant differences (P < 0.01)*).

pemanenan, sehingga menunjukkan bahwa rumput *Panicum muticum* (3,599 ppb) mempunyai daya absorpsi Hg tanah yang berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) dengan rumput *Pennisetum purpureum* (0,520 ppb). Hal ini sesuai dengan pendapat dari Dwidjoseputro (1990) bahwa masing-masing varietas tanaman mempunyai karakteristik perakaran yang berbeda sehingga akan mempengaruhi daya absorpsi unsur hara tanah.

Peningkatan aras pemberian Se berpengaruh sangat nyata terhadap kadar Hg tanah, ternyata dalam analisis statistik selanjutnya yaitu dengan uji BNJ taraf 5% menunjukkan bahwa dengan penambahan Se memperlihatkan pengaruh yang sangat nyata ($P < 0,01$) dan semakin besar konsentrasi Se diberikan ke tanah maka semakin kecil kandungan Hg dalam tanah. Hal ini bisa diakibatkan karena mikroorganisme tanah memiliki enzim organo-merkuri liase (MerB) yang berfungsi dalam mengkatalisis pemutusan ikatan merkuri-karbon yang menghasilkan senyawa organik dan ion Hg. Se yang merupakan komponen dari enzim GSH-PX yang mengandung gugus sulfhidril akan berdisosiasi dengan ion Hg hasil dari kerja enzim organomerkuri liase (MerB). Disosiasi sulfhidril-merkuri dapat mengendalikan pergerakan merkuri sehingga akan memperkecil ketersediaannya dalam tanah dan tidak mudah diserap oleh tanaman. Keadaan tersebut seharusnya kandungan Hg tanah masih relatif tinggi tetapi hasil penelitian menunjukkan hal sebaliknya. Pada penelitian ini digunakan polibag berwarna hitam dengan tanpa naungan, dengan suhu udara rerata $33,5^{\circ}\text{C}$ dimungkinkan suhu dalam polibag pada siang hari bisa mencapai lebih dari 35°C , sehingga dimungkinkan terjadi penguapan Hg tanah selain absorpsi tanaman.

Efek interaksi antara kedua faktor sangat nyata ($P < 0,01$) sehingga kedua faktor tersebut yaitu jenis rumput dan aras penambahan Se tidak saling bebas sehingga hasil pengukuran diantara jenis rumput berbeda untuk berbagai aras penambahan Se. Pada Tabel 1 terlihat bahwa pada perlakuan penambahan Se sebesar 1, 2, dan 3 ppm ke dalam tanah yang ditanami rumput *Panicum muticum* berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) dengan kontrol. Semakin besar penambahan Se ke dalam tanah maka semakin rendah kandungan merkuri yang ada dalam tanah. Di dalam tanah terjadi proses kimia, fisika dan biologi yang semuanya tergantung dari aktivitas mikroorganisme tanah, jenis tanah, dan jenis vegetasi yang ada di atasnya. Karena jenis tanaman yang berbeda akan mempunyai karakteristik perakaran yang berbeda. Absorpsi air dan ion-ion dalam tanah dilakukan terutama oleh ujung-ujung akar (kaliptra) dan terbanyak oleh bulu-bulu akar. Aktivitas bulu-bulu akar ini dipengaruhi oleh faktor genetik, tekstur tanah, jauh dekatnya suatu

unsur dari bulu akar. Akar akan menyerap mineral tanah dalam keadaan kation dan anion. Karena perbedaan muatan yang ada di dalam dan di luar akar memungkinkan terjadinya pertukaran ion antara akar dan tanah. Pergerakan ion tanah ini dipengaruhi aktivitas mikroorganisme tanah. Mikroorganisme tanah akan mengubah bentuk *divalent* dari Hg menjadi methylmerkuri yang stabil dalam tanah. Semakin stabil suatu unsur dalam tanah maka semakin kecil peluang untuk terjadi pertukaran ion antara akar dan tanah. Se yang merupakan komponen dari enzim GSH-PX yang mengandung gugus sulfhidril akan berdisosiasi dengan ion Hg. Disosiasi sulfhidril-merkuri dapat mengendalikan pergerakan ion Hg. Dengan kecocokan ion tanah dan ion akar maka akan terjadi pertukaran ion Hg dengan ion yang ada dalam akar. Diasumsikan bahwa pada *Panicum muticum* semakin besar penambahan Se ke dalam tanah memungkinkan terjadinya pertukaran ion Hg dalam tanah dengan ion dalam akar.

Sebaliknya terjadi pada tanah yang ditanami rumput *Pennisetum purpureum*. Pada rumput ini residu Hg dalam tanah tidak ada perbedaan yang nyata antara perlakuan penambahan Se 0, 1, 2, maupun 3 ppm. Hal ini bisa diasumsikan bahwa pada *Pennisetum purpureum* dengan penambahan Se tidak ada perbedaan jumlah pertukaran ion akar dan ion tanah.

Kandungan Hg hijauan. Setelah 50 hari setelah potong paksa maka dilakukan pemotongan atau defoliasi kemudian hijauan dianalisis kandungan merkurnya dan didapatkan data bahwa kandungan Hg dalam hijauan yang dipanen baik pada rumput *Panicum muticum* maupun *Pennisetum purpureum* tidak terdeteksi (kurang dari 0,54 ppb).

Absorpsi air dan ion-ion dalam tanah dilakukan oleh ujung-ujung akar (kaliptra) dan terbanyak oleh bulu-bulu akar. Aktivitas bulu-bulu akar ini dipengaruhi salah satunya oleh faktor jauh dekatnya suatu unsur dari bulu akar. Akar akan menyerap mineral tanah dalam keadaan kation dan anion. Pergerakan ion tanah ini dipengaruhi aktivitas mikroorganisme tanah. Mikroorganisme tanah akan mengubah bentuk *divalent* dari Hg menjadi methylmerkuri yang stabil dalam tanah. Semakin stabil suatu unsur dalam tanah maka semakin kecil peluang untuk terjadi pertukaran ion antara akar dan tanah sehingga semakin kecil pula tanaman dalam mengabsorbsinya. Hal ini ditunjukkan pula dengan tidak adanya residu Hg dalam akar. Akar akan mengabsorpsi mineral tanah tergantung dari ketersediaannya di dalam tanah. Unsur hara diabsorpsi oleh akar dalam bentuk ion dan kurang lebih 10% dari kandungan unsur hara tersebut dalam tanah. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang menunjukkan bahwa kandungan Hg tanah

awal adalah 12,45 ppb. Diasumsikan Hg diabsorbsi sebesar 10% maka akumulasi Hg dalam tanaman hanya sebesar 1,245% dan akumulasi tersebut akan didistribusikan ke seluruh jaringan tanaman di akar, batang, dan daun sehingga kandungan Hg dalam akar dan daun pada penelitian ini sangat kecil bahkan dibawah deteksi alat (0,54 ppb).

Kandungan selenium

Kandungan Se tanah. Kandungan Se tanah setelah panen disajikan pada Tabel 2. Hasil analisis variansi menunjukkan faktor jenis rumput, dan interaksi antara kedua faktor tersebut berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap kandungan Se tanah setelah pemanenan tetapi faktor penambahan aras Se tidak berpengaruh nyata terhadap kandungan Se tanah. Hal ini menunjukkan bahwa dengan penambahan aras Se tidak mempengaruhi secara nyata residu Se tanah pada masing-masing jenis rumput tetapi masing-masing jenis rumput mempunyai pengaruh yang sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap residu Se tanah. Hal ini bisa diakibatkan karena perbedaan penyerapan Se yang berbeda pada masing-masing jenis rumput. Efek interaksi dari faktor jenis rumput dan faktor aras penambahan Se disajikan pada Gambar 1.

Dari Gambar 1 dapat diketahui bahwa pada rumput *Panicum muticum* terjadi peningkatan kadar Se tanah pada aras penambahan Se 1 ppm kemudian naik lagi pada penambahan Se 2 ppm tetapi menurun kembali pada penambahan Se 3 ppm. Hal ini

bisa diakibatkan karena dengan penambahan Se ke dalam tanah akan meningkatkan kadar Se dalam tanah. Karena ion Se dalam tanah sangat *mobile* maka memperkecil peluang pertukaran ion Se tanah dengan ion N yang banyak terdapat pada jaringan meristem akar tetapi dengan semakin tinggi kadar Se dalam tanah dengan ruang tumbuh rumput yang terbatas (polibag) maka memungkinkan terjadi pertukaran ion Se tanah dengan ion N akar lebih besar yang mengakibatkan kadar Se tanah menurun.

Pada *Pennisetum purpureum* terjadi sebaliknya. Penambahan Se 1 ppm residu Se tanah menurun dibandingkan dengan penambahan Se 0 ppm kemudian seiring penambahan Se akan meningkatkan residu Se tanah. Hal ini menunjukkan bahwa pada penambahan Se 0 ppm, ion Se tanah sulit untuk melakukan pertukaran dengan ion N akar karena sifatnya yang sangat *mobile*, sehingga memperkecil peluang terjadinya pertukaran ion Se tanah dan ion N akar.

Kandungan Se hijauan. Hijauan yang dipanen juga dianalisis kandungan seleniumnya. Hal ini untuk melihat besarnya absorpsi dan residu Se dalam hijauan. Kandungan Se hijauan tersaji pada Tabel 3.

Dari Tabel 3 dapat diketahui bahwa kandungan Se dalam hijauan yang dipanen baik pada rumput *Panicum muticum* maupun *Pennisetum purpureum* cukup tinggi walaupun masih tergolong aman untuk dikonsumsi apabila dibandingkan dengan batas maksimal kandungan Se dalam bahan

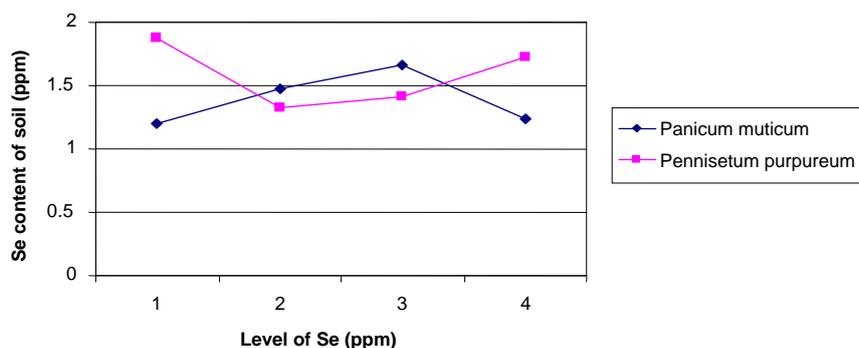
Tabel 2. Rerata kandungan Se tanah setelah panen (ppm) (*mean of Se of the soil after harvest (ppm)*)

	Aras penambahan Se (ppm) (<i>level of Se addition (ppm)</i>)				Rerata (<i>average</i>)
	0	1	2	3	
<i>P. muticum</i>	1,20 ^a	1,48 ^b	1,66 ^b	1,24 ^a	1,395 ^A
<i>P. purpureum</i>	1,88 ^b	1,32 ^a	1,41 ^a	1,73 ^b	1,585 ^B
Rerata (<i>average</i>) ^{ns}	1,54	1,40	1,54	1,49	

^{a,b} Superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,01$) (*different superscripts at the same row indicate significant differences (P < 0.01)*).

^{A,B} Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,01$) (*different superscripts at the same column indicate significant differences (P < 0.01)*).

^{ns} berbeda tidak nyata (*non significant*).



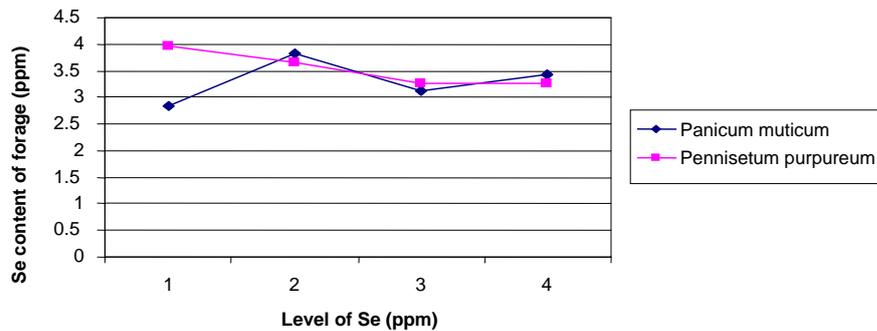
Gambar 1. Kandungan Se tanah setelah pemanenan (*Se content of the soil after harvest*).

Tabel 3. Rerata kandungan Se hijauan (ppm) (mean of Se content of the forage (ppm))

	Aras penambahan Se (ppm) (level of Se addition (ppm))				Rerata (average)
	0	1	2	3	
<i>P. muticum</i>	2,84 ^a	3,83 ^c	3,12 ^b	3,44 ^c	3,31 ^A
<i>P. purpureum</i>	3,97 ^b	3,47 ^a	3,98 ^b	3,09 ^a	3,48 ^B
Rerata (average)	3,41 ^b	3,65 ^c	3,25 ^a	3,27 ^a	

^{a,b,c} Superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,01$) (different superscripts at the same row indicate significant differences ($P < 0,01$)).

^{A,B} Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,01$) (different superscripts at the same column indicate significant differences ($P < 0,01$)).



Gambar 2. Kandungan Se hijauan (Se content of the forage).

pakan yang sebesar 5 ppm. Hasil analisis variansi menunjukkan faktor jenis rumput, penambahan aras Se dan interaksi antara kedua faktor tersebut berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap kandungan Se hijauan. Efek interaksi dari faktor jenis rumput dan faktor aras penambahan Se disajikan pada Gambar 2.

Dari Gambar 2 dapat diketahui bahwa terjadi peningkatan kandungan Se hijauan rumput *Panicum muticum* pada aras penambahan Se sebesar 1 ppm kemudian pada aras penambahan 2 ppm menurun dan meningkat kembali pada aras penambahan Se 3 ppm, apabila dibandingkan dengan Gambar 1 seiring dengan penambahan Se maka residu Se tanah akan meningkat tetapi pada penambahan Se 3 ppm menurun. Hal ini menunjukkan bahwa dengan peningkatan penambahan Se maka akan meningkatkan kandungan Se tanah. Penggunaan polibag sebagai media tanam memungkinkan pergerakan ion Se tanah terbatas sehingga meningkatkan pertukaran ion Se tanah dengan ion N akar. Ion Se yang telah masuk ke dalam akar akan diakumulasi di dalam akar yang kemudian akan didistribusikan ke seluruh jaringan tubuh tanaman. Distribusi ion ke seluruh jaringan sangat tergantung kondisi fisiologis tanaman, sehingga residu Se hijauan yang menurun pada penambahan Se sebesar 2 ppm dimungkinkan masih terakumulasi di dalam akar.

Pada *Pennisetum purpureum* dengan semakin meningkat penambahan Se maka semakin menurun residu Se dalam hijauan. Apabila dikaitkan dengan Gambar 1 maka dimungkinkan akibat dari karakteristik perakaran *Pennisetum purpureum* yang tidak

memungkinkan untuk menangkap ion Se tanah yang bersifat *mobile* sehingga peluang terjadinya pertukaran ion Se tanah dengan ion akar semakin kecil akibatnya residu Se hijauan juga rendah.

Kandungan protein kasar hijauan. Hasil analisis kimia kandungan protein dalam hijauan dua jenis rumput tersaji pada Tabel 4. Hasil analisis variansi menunjukkan faktor jenis rumput, penambahan aras Se dan interaksi antara kedua faktor tersebut berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap kandungan protein hijauan. Efek interaksi dari faktor jenis rumput dan faktor aras penambahan Se disajikan pada Gambar 3.

Dari Gambar 3 dapat diketahui bahwa pada rumput *Panicum muticum* dan *Pennisetum purpureum* terjadi penurunan kandungan protein pada aras penambahan Se 1 ppm kemudian meningkat pada aras penambahan Se 2 ppm kemudian turun kembali pada aras penambahan Se 3 ppm.

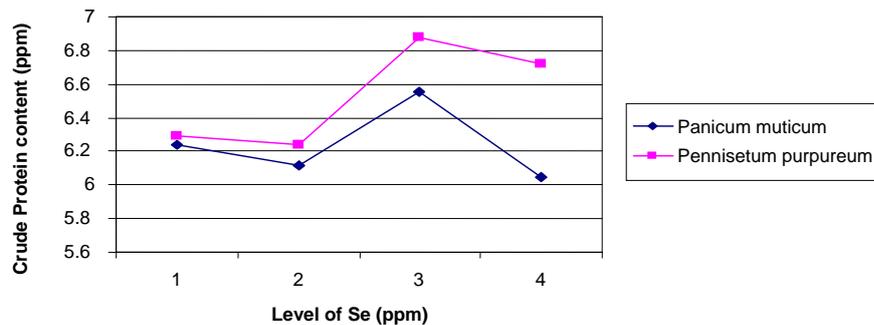
Pada aras penambahan Se 0 ppm kandungan protein rumput *Panicum muticum* cukup tinggi, hal ini menunjukkan bahwa potensi genetik dari rumput ini memang unggul tetapi pada aras penambahan Se 1 ppm terjadi penurunan kemudian meningkat pada aras penambahan Se 2 ppm dan menurun kembali pada aras penambahan Se 3 ppm. Protein tersusun dari beberapa asam amino, asam amino terdiri dari gugus karboksil ($-\text{COOH}$) dan gugus amino ($-\text{NH}_2$). Protein dalam tanaman dibentuk diseluruh jaringan tanaman. Absorpsi Se dimulai dengan pertukaran ion Se tanah dengan ion N dalam tanaman. Semakin tinggi pertukaran ion Se tanah dengan ion N rumput maka akan menurunkan kadar N dalam rumput

Tabel 4. Rerata kandungan protein kasar hijauan (%) (*mean of crude protein content of the forage (%)*)

	Aras penambahan Se (ppm) (<i>level of Se addition (ppm)</i>)				Rerata (<i>average</i>)
	0	1	2	3	
<i>P. muticum</i>	6,24 ^b	6,12 ^a	6,55 ^c	6,05 ^a	6,39 ^A
<i>P. purpureum</i>	6,29 ^a	6,24 ^a	6,88 ^c	6,67 ^b	6,52 ^B
Rerata (<i>average</i>)	6,57 ^c	6,18 ^a	6,72 ^d	6,36 ^b	

^{a,b,c,d} Superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,01$) (*different superscripts at the same row and column indicate significant differences ($P < 0,01$)*).

^{A,B} Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,01$) (*different superscripts at the same column indicate significant differences ($P < 0,01$)*).

Gambar 3. Kandungan protein kasar hijauan (*crude protein content of the forage*).

yang mengakibatkan menurunnya pembentukan asam amino dan akhirnya menurunkan kadar protein hijauan. Apabila dikaitkan dengan Gambar 2, maka pada saat absorpsi Se tanaman tinggi maka akan menurunkan kadar protein hijauan. Hal ini diakibatkan oleh hilangnya ion N sebagai pembentuk asam amino akibat proses pertukaran ion Se tanah dan ion N rumput. Hal yang sama juga terjadi pada rumput *Pennisetum purpureum*, tetapi apabila dikaitkan dengan Gambar 2 yang menunjukkan bahwa kadar Se hijauan semakin menurun dengan semakin meningkatnya penambahan Se. Hal ini dimungkinkan absorpsi Se masih di akumulasi di dalam akar karena karakteristik perakaran *Pennisetum purpureum* yang mempunyai batang akar yang relatif besar sehingga waktu distribusi Se akan semakin panjang karena pengaliran unsur dalam tanaman akan tergantung pada kecepatan pemenuhan pipa kapiler pembuluh pada sistem pengangkutan (Dwidjoseputro, 1990).

Kesimpulan

Penelitian ini dapat disimpulkan bahwa penambahan Se mempengaruhi absorpsi Hg oleh rumput yang ditanam pada tanah tercemar. Penambahan Se dengan konsentrasi 2 ppm memberikan kualitas hijauan terbaik dengan kandungan Hg hijauan rendah (tidak terdeteksi), kandungan Se hijauan paling rendah (3,25 ppm) dan mempunyai kandungan protein kasar tertinggi (6,72%).

Daftar Pustaka

- Anonimus. 2008. Buletin Service April 2008. Available at <http://www.ciptapangan.com/files/downloads/module/2random4413d898188513>. Accession date: 22 Januari 2008.
- Dwidjoseputro, D. 1990. Pengantar Fisiologi Tumbuhan. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Foth, H.D. 1988. Dasar-dasar Ilmu Tanah. Gadjah mada University Press. Yogyakarta.
- Hakim, N. 1986. Dasar-dasar Ilmu Tanah. Penerbit Universitas Lampung. Lampung.
- Nofiani, R. dan Gusrizal. 2004. Bakteri resisten merkuri spektrum sempit dari daerah bekas penambangan emas tanpa ijin (PETI) mandor, Kalimantan Barat. Jurnal Natur Indonesia 6(2):67-74.
- Parakkasi, A. 1995. Ilmu Nutrisi dan Makanan Ternak Ruminan. Penerbit Universitas Indonesia. Jakarta.
- Suhendrayatna. 2008. Bioremoval logam berat dengan menggunakan mikroorganisme: suatu kajian kepustakaan. Paper dalam Diskusi ZOA-BIOTEK. Department of Applied Chemistry and Chemical Engineering Faculty of Engineering, Kagoshima University Japan.
- Underwood, E.J. 1977. Trace Elements In Human and Animal Nutrition. New York Academic.
- Valee, B.L. and D.D. Ulmer. 1972. The mineral nutrition. J. Anniv. Rev. Biochem.