

Efektivitas Penggunaan Berbagai Konsentrasi Perasan Buah Belimbing Wuluh (*Averrhoa billimbi*) terhadap Kadar Pb SAWI HIJAU (*Brassica juncea*)

*The Effectiveness of the Use of Various Concentration of Starfruit Juice (*Averrhoa billimbi*) on the Level of Pb in the Leaves of Green Mustard (*Brassica juncea*)*

A.G. Prasodjo*, Fida Rachmadiarti, Yuliani

Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Surabaya

*e-mail: arisma.gading@gmail.com

ABSTRAK

Sawi hijau (*Brassica juncea*) merupakan tanaman yang dimanfaatkan sebagai bahan pangan dan merupakan hiperakumulator logam berat timbal (Pb). Rata-rata kandungan logam pada sawi hijau yang ditanam di Surabaya sebesar 2,113 ppm sehingga berbahaya untuk dikonsumsi. Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh berbagai teknik pengolahan dan perbedaan konsentrasi perasan buah belimbing wuluh terhadap konsentrasi logam Pb pada daun tanaman sawi hijau. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan dua faktor perlakuan yaitu teknik pengolahan dan perbedaan konsentrasi perasan buah belimbing wuluh. Teknik pengolahan yang digunakan adalah perebusan (KO), perendaman dengan konsentrasi air perasan buah belimbing wuluh 50% (AKI) dan 100% (AKII), serta kombinasi perebusan dan perendaman dengan konsentrasi air perasan buah belimbing wuluh 50% (BKI) dan 100% (BKII) dengan enam kali pengulangan. Parameter yang digunakan dalam penelitian ini adalah nilai kandungan logam berat Pb pada tanaman sawi hijau sebelum dan sesudah perlakuan. Data dianalisis menggunakan ANAVA dua arah dilanjutkan uji Duncan. Hasil yang diperoleh berupa data akhir kandungan Pb setelah perlakuan dengan rerata 1.480 ppm (KO); 1.201 ppm (AKI); 1.041 ppm (AKII); 0.806 ppm (BKI); 0.053 ppm (BKII). Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi air perasan buah belimbing wuluh, perebusan, serta kombinasinya berpengaruh terhadap konsentrasi Pb pada tanaman Sawi hijau. Perlakuan terbaik pada penelitian ini adalah perlakuan kombinasi perebusan dan perendaman dengan konsentrasi air perasan buah belimbing wuluh 100% (BKII) yang mampu menurunkan kandungan Pb hingga 2,058 ppm (97,69%).

Kata kunci: *Averrhoa billimbi*; *Brassica juncea*; konsentrasi; logam berat; Pb (timbal)

ABSTRACT

Green mustard (Brassica juncea) is a plant that used as a food, green mustard is a hiperackumulator heavy metal lead (Pb). The initial average of the Pb content of green mustard that grown in the Surabaya area was 2.113 ppm, hence it was dangerous for consumption. Therefore, this study aimed to determine the effect of various processing techniques and different concentrations of starfruit juice to the concentration of Pb in the leaves of mustard greens. This study used a completely randomized design (CRD) with two treatment factors that were processing techniques and different concentrations of starfruit juice. Processing techniques that used were boiling (KO), soaking with 50% (AKI) starfruit juice concentration and 100% (AKII), and combination of boiling and soaking with 50% (BKI) starfruit juice concentration and 100% (BKII) with six replications. Parameter used in this study was the value of heavy metal Pb content in green mustard before and after treatment. Data were analyzed using two-way ANOVA followed by Duncan's test. Results obtained is the final data of Pb content after treatment with a average 1,480 ppm (KO); 1,201 ppm (MMR); 1,041 ppm (Aki); 0806 ppm (BKI); 0053 ppm (BKII). The results showed that the concentration of starfruit juice, boiling, and their combinations affect the Pb concentration in green mustard. The best treatment in this study was combination of boiling and soaking starfruit juice with concentration 100% (BKII) which able to reduce Pb content up to 2.058 ppm (97.69%).

Key words: *Averrhoa billimbi*; *Brassica juncea*; concentration; heavy metals; Pb (lead)

PENDAHULUAN

Tanaman sawi hijau merupakan salah satu tanaman yang memiliki daya serap yang tinggi terhadap logam berat Pb yang ada di lingkungan. Hasil pengujian kandungan logam berat timbal (Pb) yang ditaman di daerah Penjaringan dan Menanggal di Surabaya menunjukkan rata-rata kandungan logam Pb pada tanaman sawi sebesar ± 2 ppm. Batas kandungan Pb menurut SNI sebesar $\leq 0,5$ ppm dari berat basah. Hal ini menunjukkan betapa berbahayanya jika sayuran yang ditanam di wilayah perkotaan tersebut dikonsumsi oleh manusia secara terus menerus (Darmono, 2001).

Logam berat adalah golongan logam yang tidak dapat didegradasi oleh tubuh, bersifat toksis meskipun pada konsentrasi rendah, dan keberadaannya dalam lingkungan perairan telah menjadi permasalahan bagi lingkungan hidup (Darmono, 2004). Salah satu logam berat yang sangat berbahaya bagi makhluk hidup adalah logam berat timbal (Pb). Timbal dapat berada di dalam lingkungan sebagai dampak aktivitas manusia. Pb masuk ke dalam lingkungan melalui air buangan (limbah) dari industri yang berkaitan dengan Pb, air buangan dari pertambangan bijih timah hitam, limbah dari industri baterai dan bahan bakar kendaraan bermotor. Buangan-buangan tersebut akan masuk pada lingkungan sehingga menyebabkan pencemaran (Palar, 2004). Pada tumbuhan timbal dapat masuk ke dalam jaringan melalui air dan udara (Palar, 2004). Sawi hijau termasuk salah satu tanaman yang mudah menyerap logam berat dari media tumbuhnya. Dari fakta tersebut dapat diketahui pentingnya melakukan pengolahan bahan pangan tanaman sawi hijau sebelum akhirnya dikonsumsi.

Pengolahan bahan makanan merupakan langkah terakhir yang menjamin bahwa bahan makanan mengandung zat gizi yang diperlukan dan bebas dari bahan berbahaya dan beracun (SNI, 2009). Proses pengolahan bahan makanan dengan merebus dan menggunakan bahan tambahan makanan diperlukan untuk meminimalisir adanya kandungan logam berat berbahaya pada jaringan tumbuhan sebelum akhirnya dikonsumsi. belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L) merupakan salah satu bahan alami yang bisa digunakan dalam pengolahan bahan makanan. belimbing wuluh merupakan tumbuhan yang buahnya memiliki karakteristik rasa masam yang berasal dari kandungan kimia yaitu asam sitrat (Soedarya, 2009).

Logam pada umumnya dapat membentuk ikatan dengan bahan organik alammaupun

bahan organik buatan. Proses pembentukan ikatan tersebut dapat terjadi melalui pembentukan garam organik dengan gugus karboksilat seperti asam sitrat. Di samping itu, logam dapat berikatan dengan atom-atom yang mempunyai elektron bebas dalam senyawa organik sehingga terbentuk kompleks (Palar, 2004). Logam Pb dalam jaringan tumbuhan terikat dalam ikatan kompleks yang terakumulasi di beberapa jaringan tumbuhan seperti akar, batang, dan daun, dengan adanya asam sitrat maka Pb akan terlepas dan berikatan dengan ion OH dan COOH yang ada pada asam sitrat membentuk senyawa Pb sitrat. Penurunan kandungan Pb disebabkan larutan asam dapat merusak ikatan kompleks logam protein. Asam sitrat mempunyai 4 pasang elektron bebas pada gugus karboksilat yang dapat diberikan pada ion logam sehingga menyebabkan terbentuknya ion kompleks yang mudah larut dalam air. Asam sitrat memiliki konstanta dielektrik yang sedang yaitu 6.2, sehingga bisa melarutkan baik senyawa polar seperti gula dan garam anorganik atau senyawa non-polar seperti minyak dan unsur seperti sulfur dan iodin, termasuk Pb di dalamnya (Pudjiadi, 2005).

Penurunan logam berat yang terkandung dalam jaringan tumbuhan juga dapat dilakukan dengan proses fisika melalui pemanasan. Pada proses perebusan, senyawa pectin akan terurai sehingga dinding sel tumbuhan akan rusak, hal ini dapat menyebabkan senyawa . Pada proses perebusan, senyawa pectin pada tanaman sawi hijau akan terurai sehingga dinding sel tumbuhan akan rusak, senyawa logam berat Pb bisa menggantikan logam yang dibutuhkan oleh tumbuhan seperti Mg dan Na yang terdapat pada dinding sel (Suhendrayatna, 2001), hal ini dapat menyebabkan senyawa Pb dapat terurai keluar. Proses perebusan juga dapat mengakibatkan rusaknya membran plasma dan membran organel pada tumbuhan sehingga memudahkan senyawa logam yang terakumulasi di dalamnya terurai keluar dari jaringan tumbuhan (Kustina, 2006). Proses perebusan dapat memecah ikatan Pb dengan jaringan tumbuhan, suhu tinggi dapat menyebabkan senyawa pengikat logam pada tumbuhan melepaskan ikatannya sehingga senyawa Pb yang terikat pada jaringan tumbuhan sawi hijau dapat terlepas (Winarno, 2004).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh berbagai teknik pengolahan pangan dengan penambahan perasan buah belimbing wuluh terhadap konsentrasi logam Pb pada

daun tanaman sawi hijau dan mengetahui pengaruh perbedaan penambahan konsentrasi perasan buah belimbing wuluh terhadap

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Ekologi Jurusan Biologi FMIPA Unesa dan di Laboratorium Instrumentasi Jurusan Kimia FMIPA Unesa. Penelitian ini dilakukan pada bulan Maret-Juli 2014. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan dua faktor perlakuan yaitu teknik pengolahan dan perbedaan konsentrasi perasan Belimbing wuluh (50% dan 100%) dengan 6 kali pengulangan.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi baskom, hitter, labu ukur, timbangan analitik, pipet tetes, mortar, alu, karung, gelas ukur dalam berbagai ukuran, cawan porselen, gelas beker, hot plate, kertas label, kain, saringan, gunting/pisau, oven, freezer, corong, kantong plastik, karet gelang, penggaris dan alat tulis. Bahan - bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi perasan buah Belimbing wuluh (*Overhhoa bilimbi* L.), daun sawi hijau (*Brassica juncea* L.) HNO₃ pekat, dan aquades. Parameter yang digunakan dalam penelitian ini meliputi nilai kadar logam Pb pada tanaman sawi hijau sebelum dan sesudah perlakuan.

Pada perlakuan perendaman, sawi hijau yang didapat langsung dari petani sawi Surabaya dibersihkan. daun dipotong kecil - kecil (± 3 cm) ditimbang seberat 50 g direndam dalam perasan buah belimbing wuluh sebesar 100 ml selama 60 menit dengan konsentrasi masing-masing 100% dan 50%, setelah direndam selama 60 menit daun sawi hijau diuji kadar logam berat timbal. Pada perlakuan kombinasi perebusan dan perendaman, sawi hijau yang didapat langsung Surabaya

konsentrasi logam Pb pada daun tanaman sawi hijau.

dibersihkan, daun dipotong kecil - kecil (± 3 cm) ditimbang seberat 50 g kemudian direbus dengan aquades 100 ml dengan suhu 100°C selama 2 menit. Setelah direbus selama 2 menit dengan perasan buah belimbing wuluh, daun sawi hijau direndam dalam perasan buah belimbing wuluh 100 ml selama satu jam dengan konsentrasi 100% dan 50%, setelah direndam selama 60 menit daun sawi hijau diuji kadar logam berat timbal.

Analisis kandungan logam berat timbal pada daun sawi hijau dengan dipisahkan dan masing-masing dipotong kecil-kecil kemudian dikeringkan di dalam oven dengan suhu 150°C, kemudian dihaluskan dan ditimbang sebanyak 5 g, dimasukkan ke dalam gelas beker dan diberi larutan HNO₃ pekat sebanyak 5 ml. Kemudian dipanaskan di *hot plate* hingga serbuk tersebut larut. Dimasukkan ke dalam labu ukur dan ditambah aquades hingga 50 ml. setelah itu diuji kadar logam beratnya menggunakan spektrofotometer serapan atom (AAS).

HASIL

Hasil analisis kandungan Pb tanaman sawi hijau yang diambil dari dua lokasi budidaya di wilayah Surabaya yaitu di daerah Penjaringan dan Menanggal sebelum perlakuan penelitian menunjukkan bahwa rata-rata kandungan Pb pada tanaman sawi hijau yang ditanam di wilayah Surabaya, tepatnya di daerah Penjaringan dan Menanggal cukup tinggi yaitu mencapai rerata 2.113 ppm sehingga jika melihat dari ambang batas logam berat Pb pada sayuran sebesar $\leq 0,5$ ppm menurut SNI, maka tanaman sawi hijau tersebut berbahaya dan tidak layak dikonsumsi.

Hasil analisis rerata kandungan Pb pada tanaman sawi hijau setelah dilakukan perlakuan berupa perendaman dengan air perasan buah belimbing wuluh dan perebusan serta interaksinya dapat dilihat pada Tabel 1. Pada Tabel 1 perbedaan konsentrasi air perasan buah belimbing wuluh, perebusan, serta interaksinya berpengaruh terhadap kandungan Pb pada tanaman sawi hijau. Perlakuan terbaik pada penelitian ini adalah perlakuan kombinasi perebusan dan perendaman dengan konsentrasi air perasan buah belimbing wuluh 100% (BKII)

yang mampu menurunkan kandungan Pb hingga 2,058 ppm.

Proses kimiawi ini juga dapat dibuktikan dengan adanya kandungan logam berat pada air perasan buah belimbing wuluh setelah digunakan untuk merendam tanaman sawi hijau (Tabel 2). Pada proses perendaman dengan perasan air belimbing wuluh, hasil air sisa rendaman juga menunjukkan adanya kandungan Pb yang semakin besar sejalan dengan semakin tingginya konsentrasi air perasan buah belimbing wuluh.

Tabel 1. Nilai kadar logam berat timbal Pb perendaman air perasan buah belimbing wuluh, perebusan, serta interaksinya

No.	Perlakuan	Rata-rata (ppm)
1	KO	1.480 ± 0.512a
2	AKI	1.201 ± 0.318ab
3	AKII	1.041 ± 0.284b
4	BKI	0.806 ± 0.316b
5	BKII	0.053 ± 0.822c

Keterangan: (a), (b), (c) adalah notasi untuk memberikan simbol beda nyata tiap perlakuan. Simbol yang sama menandakan tidak ada beda nyata sedangkan simbol yang berbeda menandakan ada beda nyata, berdasarkan uji ANAVA – Duncan.

AKI: Nilai uji kadar logam berat timbal (Pb) setelah direndam dengan perasan buah; belimbing wuluh konsentrasi 50%; AKII: Nilai uji kadar logam berat timbal (Pb) direndam dengan perasan buah belimbing

wuluh konsentrasi 100%; BKI: Nilai uji kadar logam berat timbal (Pb) direbus dan direndam dengan perasan buah belimbing wuluh konsentrasi 50%; BKII: Nilai uji kadar logam berat timbal (Pb) direbus dan direndam dengan perasan buah belimbing wuluh konsentrasi 100%

Tabel 2. Kandungan logam berat timbal (Pb) pada air sisa perlakuan

Air sisa perlakuan	Kandungan Pb (ppm)	Rata-rata
Air rebusan (0%)	0,216 0,329	0,272
Air perasan buah belimbing wuluh 50%	0,147 0,164	0,155
Air perasan buah belimbing wuluh 100%	0,226 0,471	0,348

PEMBAHASAN

Hasil penelitian yang menunjukkan bahwa konsentrasi air perasan buah belimbing wuluh berpengaruh terhadap kandungan Pb tanaman sawi hijau. hal ini berarti bahwa secara kimiawi senyawa asam organik terutama asam sitrat yang terkandung dalam air perasan buah belimbing wuluh dapat menyebabkan terikatnya kandungan Pb dalam tanaman sawi hijau. Buah belimbing wuluh mengandung senyawa asam sitrat yang sangat tinggi yaitu sebesar 92,6 mg asam/100 g total padatan (Subhadrabandhu, 2001).

Penurunan kandungan Pb disebabkan larutan asam bisa merusak ikatan kompleks antara logam dengan protein. Asam sitrat memiliki 4 pasang elektron bebas pada gugus karboksilat yang dapat diberikan pada ion logam sehingga menyebabkan terbentuknya ion

kompleks yang mudah larut dalam air, dengan adanya asam sitrat maka Pb akan terlepas dan berikatan dengan ion OH dan COOH yang ada pada asam sitrat membentuk senyawa kompleks Pb sitrat. Senyawa asam sitrat pada air perasan buah belimbing wuluh dapat mengikat Pb sehingga membentuk ion kompleks yang mudah larut dalam air dan menyebabkan penurunan kandungan Pb pada tanaman sawi hijau (Pudjiadi, 2005).

Proses penurunan logam berat yang terkandung dalam jaringan tumbuhan juga dapat dilakukan dengan proses fisika melalui perebusan. Proses perebusan merupakan proses akhir dari pengolahan pangan agar aman sebelum dikonsumsi (WHO, 2000 dalam SNI, 2009). Pada proses perebusan, senyawa pectin pada tanaman sawi hijau akan terurai sehingga dinding sel

tumbuhan akan rusak, senyawa logam berat Pb bisa menggantikan logam yang dibutuhkan oleh tumbuhan seperti Mg dan Na yang terdapat pada dinding sel (Suhendrayatna, 2001), hal ini dapat menyebabkan senyawa Pb dapat terurai keluar.

Proses perebusan juga dapat mengakibatkan rusaknya membran plasma dan membran organel pada tumbuhan sehingga memudahkan senyawa logam yang terakumulasi di dalamnya terurai keluar dari jaringan tumbuhan. Proses perebusan dapat memecah ikatan Pb dengan jaringan tumbuhan, suhu tinggi dapat menyebabkan senyawa pengikat logam pada tumbuhan melepaskan ikatannya sehingga senyawa Pb yang terikat pada jaringan tanaman sawi hijau dapat terlepas (Kohar, 2004).

Proses pengolahan terbaik untuk menurunkan kandungan Pb pada tanaman sawi hijau adalah dengan kombinasi antara perebusan dan perendaman dengan air perasan buah belimbing wuluh. Kombinasi antara proses fisik dengan cara perebusan dan kimiawi dengan cara perendaman dengan air perasan buah belimbing wuluh dengan konsentrasi 100% yang dilakukan berhasil menurunkan Pb sebesar 2.058 ppm yang mana hasil ini merupakan hasil penurunan terbaik dari semua perlakuan. Proses perebusan yang dilanjutkan dengan proses perendaman ini, jaringan tumbuhan yang mengalami kerusakan akibat suhu tinggi, hal ini dapat menyebabkan ikatan senyawa Pb tanaman sawi hijau rusak sehingga memudahkan senyawa asam sitrat yang terkandung pada air perasan buah belimbing wuluh mengikat Pb yang ikatan dengan protein pada tumbuhan sudah rusak.

Tingginya kandungan Pb pada tanaman sawi hijau karena sawi hijau merupakan tumbuhan hiperakumulator logam berat timbal (Pb). Lokasi budidaya sawi hijau di daerah Penjaringan dan Menanggal berada tepat di pinggir jalan raya yang padat kendaraan bermotor sehingga berpotensi tercemar logam berat Pb melalui asap buangan sisa pembakaran bahan bakar kendaraan bermotor. Sumber Pb yang berhamburan dari asap knalpot kendaraan bermotor berasal dari bahan bakar minyak yang diberi peningkatan nilai oktan menggunakan alkil-Pb (tetrametil lead), dari spesifikasi bahan bakar minyak yang diproduksi di Indonesia, bensin premium mengandung alkil-Pb maksimal 2,5 ml/ gallon atau 0,7 g/liter (Darmono, 2001). Partikel Pb terakumulasi pada daun tanaman sawi hijau dan mengalami proses fitoakumulasi sehingga kandungan Pb pada tanaman sawi hijau menjadi tinggi (Darmono, 1995).

SIMPULAN

Teknik pengolahan tanaman sawi hijau dengan perebusan dan perendaman dalam perasan buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi*) berpengaruh nyata terhadap kadar logam Pb pada daun tanaman sawi hijau (*Brassica juncea*). Perbedaan penambahan konsentrasi air perasan buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi*) berpengaruh nyata terhadap kadar logam Pb pada daun tanaman sawi hijau (*Brassica juncea*). Ada interaksi antara teknik pengolahan tanaman sawi hijau dengan konsentrasi perasan buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi*) terhadap kadar logam Pb pada daun tanaman sawi hijau (*Brassica juncea*).

DAFTAR PUSTAKA

- Darmono, 1995. *Logam Dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup*. Jakarta: UI Press.
- Darmono, 2001. *Lingkungan Hidup dan Pencemaran Hubungannya dengan Toksikologi Senyawa Logam*. Jakarta: UI-Press.
- Kustina, 2006. Studi Kandungan Logam Kadmium dalam Budidaya Sawi Hijau. *Jurnal Agrisistem BTTTP*, 12: 37-41.
- Kohar I, 2004. Studi Kandungan Logam Pb Dalam Batang dan Daun Kangkung (*Ipomoea Reptans*) Yang Direbus dengan Penambahan NaCl Dan Asam Asetat. *makarasains*, 8 : 85-88
- Palar H, 2004. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Rineka Cipta: Jakarta.
- Pudjiadi S, (2005). *Ilmu Gizi Klinis Pada Anak*. Jakarta: FKUI.
- Rubatzky VE, dan Yamaguchi M 1998. *Sayuran Dunia 2 Prinsip, Produksi, dan Gizi*. Bandung: ITB.
- SNI-01-7387-2009, 2009. *Batas maksimum Logam Berat Dalam Pangan*. Bandung: Dewan Standarisasi BPOM.
- Soedarya AP, 2009. *Agribisnis Belimbing*. Bandung: Pustaka Grafika.
- Standar Nasional Indonesia, 2011. *Penentuan Kadar Logam Berat Timbal (Pb), Kadmium (Cd), dan Merkuri (Hg) pada Produk makanan SNI 2354.5:2011*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Subhadrabandhu S, 2001. *Under-Utilized Tropical Fruits of Thailand*. (Online). (<http://ftp.fao.org/docrep/fao/004/ab777/ab777e00.pdf>. diakses 12 Desember 2013).
- Suhendrayatna, 2001. *Heavy Metal Bioremoval by Microorganism*, (online), (<http://www.istecs.org/Publication/Japan/010211suhendrayatna.PDF>, Diakses 27 juli 2014)
- Winarno FG, 2004. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta : PT Gramedia.