

PERAN DAN PENGELOLAAN KALIUM DALAM BUDIDAYA AKARWANGI

The Role And Management of Potassium in Cultivation of Vetiver Crops

ROSIHAN ROSMAN dan SETIAWAN

Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat

Indonesian Spice and Medicinal Crops Research Institute

Jalan Tentara Pelajar No 3 Bogor, 16111 Telp (0251) 8321879, Faks (0251) 83107010

E-mail: rosihan_rosman@yahoo.com

Diterima: 28 Mei 2014; Direvisi: 210 November 2014; Disetujui: 27 November 2014

ABSTRAK

Tanaman akarwangi (*Vetiveria zizanioides* Stapf.) memerlukan kalium (K) dalam jumlah yang memadai. Pemberian K ke tanah dalam jumlah banyak akan tidak efektif. Oleh karena itu, ketersediaan hara K baik di tanah maupun sumber lainnya harus di kelola secara baik. Selain K, tanaman akarwangi juga memerlukan ketepatan umur panen. Umur panen yang tidak tepat akan mempengaruhi produksi dan mutu minyak. Waktu panen yang tepat memenuhi produksi dan mutu vetiverol yang tinggi. Pada tanah yang mengandung K sedang ($>0,35$ me/100 g tanah), penambahan pupuk K ke tanah tidak mampu meningkatkan kandungan senyawa alkohol pada akarwangi. Panen produksi akar dan minyak terbaik adalah umur 14 bulan setelah tanam (BST) dengan kandungan vetiverol $>50\%$. Perbedaan senyawa alkohol yang terbentuk terjadi pada umur 12 BST dan 14 BST. Adapun senyawa alkohol yang terbentuk adalah Cis-.alpha.-copaene-8-ol, valerenol, beta-eudesmol, globulol, (+)-gamma-castol, zizanol, dan 1-cloro-2,4-dimethoxy-3-methylphenol. Pada umur 12 BST, senyawa yang mengandung alkohol yaitu cis-.alpha.-copaene-8-ol, (+)-gamma-castol, beta-eudesmol, globulol dan valerenol sedangkan pada umur 14 BST yaitu beta.-Eudesmol, (+)-gamma-castol, zizanol, dan 1-cloro-2,4-dimethoxy-3-methylphenol. Perbedaan ini perlu diteliti lebih lanjut.

Kata kunci : Minyak akarwangi, Kalium, umur panen

ABSTRACT

Vetiver crop need potassium (K) nutrient. Using of K on vetiver over dosage, so inefficient. Besides that, the vetiver crops need time of harvest. Time of harvest can be affecting to product and quality of oil. Therefore, K

nutrient in soil, from fertilizer or the other source must be managed with good and harvest time also. The medium K ($>0,35$ me/100 g soil) of soil could not increase of the alcohol compound. Time of harvest (14 month after planting (MAP)) was high production (dry weight of root and oil) and vetiverol ($>50\%$). The result of research showed that component of alcohol oil was different between harvesting at 12 (MAP) and 14 MAP. The component of alcohol were cis-alpha-copaene-8-ol, beta-eudesmol, valerenol, globulol, (+)-gamma-castol, zizanol, dan 1-cloro-2,4-dimethoxy-3-methylphenol. There were four essential components of oil (alcohol groups) at 12 MAP were cis-alpha-copaene-8-ol, beta-eudesmol, (+)-gamma-castol, valerenol and globulol. At 14 MAP were beta-eudesmol, (+)-gamma-castol, zizanol, dan 1-cloro-2,4-dimethoxy-3-methylphenol. Different of this component must be research on the future.

Key words : *Vetiver oil, potassium, time of harvest.*

PENDAHULUAN

Akarwangi (*Vetiveria zizanioides* Stapf.) termasuk salah satu tanaman famili Graminae (Tasma *et al*, 1990). Tanaman ini berasal dari India, dan menyebar ke Banglades, Asia Tenggara, Afrika bagian tropis, Afrika Utara, Amerika Tengah dan Selatan (Lavania, 2000; Maffei, 2002). Hasil dari tanaman ini adalah akarnya yang bila disuling menghasilkan minyak yang disebut minyak akarwangi atau *vetiver oil*. Minyak akarwangi mempunyai aroma lembut yang ditimbulkan oleh asam vetivenat dan adanya senyawa vetiverol (Balkam, 2001). Vetiverol merupakan senyawa yang dijadikan

standar dalam penentuan mutu minyak akarwangi. Vetiverol merupakan gabungan berbagai senyawa alkohol yang terdapat dalam minyak akarwangi (Maffei, 2002). Komponen yang terdapat dalam minyak Akarwangi antara lain α amorphone, α -vetivone, cadinene, β -vetivone, α -gurjunene, acetic acid, β -vatirenene, khusimone, trisiklovetiverol (Al Hanief, 2013).

Minyak akarwangi banyak digunakan untuk parfum, bahan kosmetik, obat-obatan, pencegah serangga dan aromaterapi (Agusta, 2000; Apriadi, 2003). Kandungan kimia akarwangi sangat penting karena memiliki bahan fungisida, herbisida dan insektisida (Mao *et al.*, 2004, Ibrahim *et al.*, 2004), dan memiliki sifat refelen yang digunakan sebagai anti semut, kecoa, lalat, kutu busuk, dan ngengat. Daunnya dapat dijadikan kompos, untuk industri kertas dan kerajinan. Akarnya untuk kerajinan anyaman dan pengusir serangga (Emmyzar *et al.*, 2006).

Tanaman akarwangi tumbuh baik pada ketinggian > 700 meter di atas permukaan laut dengan tekstur berpasir. Tumbuh subur pada tanah lempung berpasir dan memiliki curah hujan tahunan antara 1000 – 2000 mm dengan temperatur antara 21 – 44,50°C (Maffei, 2002). Tanaman akarwangi tahan terhadap logam berat, salinitas dan dapat tumbuh pada pH antara 3 – 11,5 sehingga dapat digunakan untuk merehabilitasi kondisi fisik dan kimia tanah yang rusak. Selain itu, dengan perakarannya yang rimbun, tanaman akarwangi dapat digunakan sebagai penahan erosi (Edem *et al.*, 2012; Chomchalow, 2012; Damanik, 2005).

Indonesia dikenal sebagai penghasil minyak akarwangi bermutu tinggi, dengan nama dagangnya *Java vetiver oil* (Seswita dan Hadipoentyanti, 2010). Sentra produksi utama akarwangi di Indonesia adalah di Kabupaten Garut sekitar 89 % (Indrawanto, 2006). Pada tahun 2009, luas areal akarwangi di Garut adalah 2.149 hektar dengan produksi 7.058 ton bahan olahan dan 19 ton minyak (Dinas Perkebunan Garut, 2009). Sebagaimana tanaman lainnya, tanaman akarwangi membutuhkan zat hara untuk kelanjutan hidupnya. Pemberian pupuk N, P dan K ke tanah dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman (Attarde *et al.*, 2003; Bellido *et al.*, 2006; Malhotra *et al.*, 2006;

Meena *et al.*, 2006; Nataraja *et al.*, 2003; Rosman *et al.*, 1991; Rosman *et al.*, 1994). Zat hara seperti N, P dan K sangat diperlukan dalam proses pembentukan senyawa-senyawa penting tanaman. Namun dalam makalah ini akan dibahas peran K dan penen tuan waktu panen yang berpengaruh pada pembentukan komponen minyak akarwangi. Mengingat sulitnya pupuk K diperoleh dan harganya mahal serta kurangnya pemahaman tentang peran K dalam tanaman, maka tulisan ini menguraikan peran K dan umur panen pada tanaman akarwangi, terutama terhadap produksi, mutu dan pembentukan komponen senyawa kimia minyak akarwangi.

PERAN KALIUM PADA TANAMAN AKARWANGI

Kalium dibutuhkan tanaman dalam jumlah cukup banyak. Tanaman akarwangi membutuhkan antara 292-535 kg K/ha. Meskipun diperlukan dalam jumlah banyak, K dalam tanaman bukan penyusun senyawa organik, melainkan sebagai ion yang sebagian besar berada dalam cairan sel. Peran K pada tanaman berkaitan dengan proses biofisika dan biokimia (Beringer, 1980 dalam Subandi, 2013). Dalam proses biofisika, K berperan penting dalam mengatur tekanan osmosis dan turgor, yang pada gilirannya akan mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan sel serta membuka dan menutup stomata. Kekurangan K akan menurunkan aktifitas fotosintesis dan tanaman tidak tahan terhadap cekaman kekeringan. Pada proses biokimia, K berkaitan erat dengan 60 macam reaksi enzimatik diantaranya enzim untuk metabolisme karbohidrat dan protein. Namun peran K tersebut terhadap pembentukan senyawa kimia minyak akarwangi belum banyak diketahui.

Hasil penelitian Rosman *et al.* (2012), lebih dari 14 senyawa kimia yang sangat berperan mempengaruhi mutu minyak. Dari seluruh komponen minyak, ada beberapa senyawa yang mengandung alkohol yang diduga sangat berhubungan dengan mutu minyak. Ke -14 komponen kimia minyak akarwangi yang dimaksud adalah khusimene, Alphamurolene,

delta-cadinene, beta-Eudesmol, cis-alpha-copaene-8-ol, valerenol, alpha-vetivone, alpha-amorphene, germacrene B, globulol, dan (+) -gamma-castol, (+)-Beta-Guaiene, Zizanol, dan 1-cloro-2,4-dimethoxy-3-methylphenol.

Selanjutnya, untuk mengetahui kaitan sintesis senyawa alkohol dengan pemupukan K telah dilakukan penelitian menggunakan metode kromatografi gas spectrometer massa (GCMS). Hasilnya menunjukkan bahwa pemberian K pada tanah yang mengandung K sedang (0,35 me/100 g tanah), tidak dapat meningkatkan komponen senyawa alkohol minyak dari tanaman akarwangi (Tabel 1). Pemberian K ke tanah tidak meningkatkan kandungan senyawa alkohol baik pada panen umur 12 maupun 14 BST. Hal ini disebabkan unsur K sudah tersedia di dalam tanah. Kandungan K tanah sebesar 0,35 me/100 g tanah termasuk ketersediaan sedang, sehingga sudah mencukupi kebutuhan K untuk tanaman. K berperan dalam proses perubahan kimia dalam tanaman. Penyerapan NO_3 dan asimilasi N sangat dipengaruhi oleh adanya K (Mengel and Kirby, 1987). K dapat meningkatkan efisiensi fotosintesa dan memperkecil pengaruh kurang baik dari kelebihan unsur N dan P (Collings, 1954).

Mengingat K sulit diperoleh dan harganya mahal, maka penggunaan K perlu dikelola secara tepat pada tanaman akarwangi. Hasil penelitian Rosman *et al.* (2012a) menunjukkan bahwa pemberian pupuk K pada tanah yang mengandung K sedang (0,35 me/100 g tanah), tidak berbeda nyata baik dari segi produksi maupun kandungan vetiverol dibanding tanpa pemberian pupuk K. Hal ini menunjukkan bahwa bila tanah mengandung K >0,35 me/100 g, maka tidak lagi diperlukan pemberian pupuk K pada pertanaman akarwangi. Namun lebih lanjut dari hasil penelitian Rosman *et al.* (2013) menunjukkan bahwa tanaman akarwangi menyerap unsur K sebesar 292- 535 kg K/ha. Jika rata-rata total hara yang terserap tanaman akarwangi, maka K yang dibutuhkan adalah 413,5 kg K/ha. Dengan demikian, sebaiknya pupuk K diberikan pada kondisi lahan dengan kandungan K < 0,35 me/100 g tanah, diperlukan pupuk sebesar 413,5 kg K/ha.

KAITAN PUPUK KALIUM DAN WAKTU PANEN

Hasil penelitian Rosman *et al.* (2013), menunjukkan bahwa produksi akar dan minyak terbaik adalah pada umur 14 BST dari pada 12 BST dan 16 BST. Namun, kandungan vetiverol pada semua umur panen menunjukkan >50%. Kandungan vetiverol dicirikan oleh adanya senyawa alkohol dalam minyak akarwangi. Penelitian lebih lanjut pada perbedaan kalium dan umur panen (Tabel 1) menunjukkan adanya perbedaan senyawa alkohol yang diduga menyusun senyawa vetiverol.

Panen umur 12 BST terdapat 5 senyawa yang diduga termasuk golongan alkohol yang paling utama yaitu cis-alpha-copaene-8-ol, beta-eudesmol, globulol, (+) -gamma-castol, valerenol, sedangkan pada umur 14 BST terdapat 4 komponen kimia yaitu beta-eudesmol, (+) -gamma-castol, zizanol, dan 1-cloro-2,4-dimethoxy-3-methylphenol. Dilihat dari seluruh senyawa yang dihasilkan, terdapat 2 komponen senyawa alkohol yang dominan dalam minyak akarwangi yaitu cis-alpha-copaene-8-ol pada umur panen 12 BST dan (+) -gamma-castol pada umur panen 14 BST. Namun yang perlu dipelajari lebih lanjut adalah senyawa cis-alpha-copaene-8-ol, globulol dan valerenol yang tidak terbentuk pada umur 14 BST. Sebaliknya dengan zizanol, dan 1-cloro-2,4-dimethoxy-3-methylphenol tidak terbentuk pada umur 12 BST. Proses terbentuk dan tidak terbentuknya senyawa alkohol ini perlu penelitian lanjutan.

Beberapa lintasan pembentukan senyawa alkohol yang terjadi pada perlakuan pemupukan K baik umur 12 BST maupun 14 BST. Pada umur 12 BST pada perlakuan tanpa pemupukan K terjadi 4 lintasan pembentukan senyawa alkohol (beta-eudesmol, cis-alpha-copaene-8-ol, valerenol, dan gamma-castol). Kemudian yang dipupuk K 45 kg/ha terdapat 3 lintasan (beta-eudesmol cis-alpha-copaene-8-ol dan valerenol). Sedangkan yang dipupuk K 90 kg/ha menghasilkan 3 lintasan (cis-alpha-copaene-8-ol, valerenol dan globulol). Pada panen umur 14 BST, perlakuan tanpa pupuk K terjadi 4 lintasan (beta-eudesmon, (+)-gamma-castol, zizanol dan 1-cloro-2,4-dimethoxy-3-methylphenol). Pada pemupukan

45 kg/ha dihasilkan 3 lintasan ((beta-eudesmon, (+)-gamma-castol, dan zizanol). Sedangkan yang dipupuk 90 kg/ha K menghasilkan 3 lintasan ((beta-eudesmon, zizanol dan 1-cloro-2,4-dimethoxy-3-methylphenol). Adapun lintasan yang terjadi untuk setiap senyawa alkohol yang terbentuk adalah sebagai berikut:

1. GPF (Geranil pirofosfat) → FPF(fernesil pirofosfat) → Valerenol
2. GPF → FPF → beta.-Eudesmol
3. GPF → FPF → Cis-alpha-copaene-8-ol
4. GPF → FPF → Globulol
5. GPF → FPF → (+)-gamma-castol
6. GPF → FPF → Zizanol
7. GPF → FPF → 1-cloro-2,4-dimethoxy-3-methylphenol

Tabel 1 menunjukkan, selain senyawa alkohol juga terdapat senyawa lain yang cukup tinggi yaitu khusimone, alphamurolene, delta-cadinene, beta-cadinene, valencene, alpha-vetivone, dan (+)-beta-guaiene, yang bukan grup alkohol. Tingginya senyawa ini mungkin disebabkan oleh penyimpangan alur biosintesis yang merubah fernesil pirofosfat ke dalam bentuk non alkohol.

Secara umum biosintesis pembentukan senyawa alkohol dari minyak akarwangi dapat dilihat pada Gambar 1.

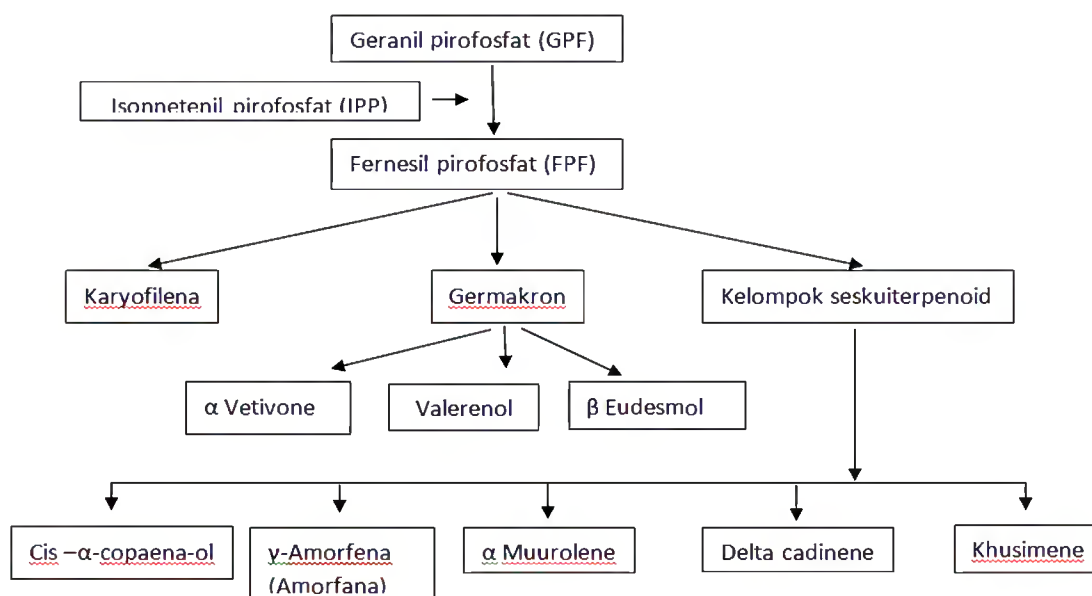
Upaya peningkatan produktivitas tanaman akarwangi sangat tergantung kepada unsur hara di dalam tanah. Menurut Subandi (2013) K di lahan kering lebih rendah dari pada lahan sawah. Oleh karenanya K akan menjadi kendala bagi pertumbuhan tanaman akarwangi, bila tidak diberikan sesuai kondisi lahan. Kandungan K yang tinggi di tanah, akan menjadi tidak efisien bila dilakukan pemberian pupuk K. Hasil penelitian yang menunjukkan bahwa tanah yang ditanami akarwangi dengan kandungan < 0,35 me/100 g tanah lebih diperlukan dari pada tanah yang mengandung K di atas 0,35 me/100 g tanah. Mengingat harga pupuk K cukup mahal, maka upaya efisiensi pemberian pupuk K menjadi penting.

Untuk itu, pengelolaan hara K dengan memanfaatkan sisa-sisa tanaman atau limbah pertanian pada tanaman akarwangi perlu dipertimbangkan. Saat ini pemanfaatan limbah dan sisa pertanian banyak mendapat perhatian. Selain dari sisa tanaman lain, sumber unsur K dari limbah akarwangi perlu menjadi

Tabel 1. Komponen kimia minyak akarwangi pada berbagai perlakuan pemupukan K umur 12 dan 14 bulan setelah tanam.

No	Komponen senyawa kimia (<i>chemical compound</i>)	Panen Umur 12 bulan			Panen Umur 14 bulan		
		Tanpa pupuk K	Dipupuk K 45 kg/ha	Dipupuk K 90 kg/ha	Tanpa pupuk	Dipupuk K 45 kg/ha	Dipupuk K 90 kg/ha
1	Khusimone*	3,83	3,09	3,02	2,08	1,64	1,19
2	Alphamurolene*	-	1,74	1,61	2,13	0	0
3	Delta-cadinene*	-	1,92	1,98	1,15	0	1,54
4	Beta-Eudesmol	5,03	1,83	-	3,66	2,87	2,91
5	Cis-alpha-copaene-8-ol	32,28	20,26	20,28	0	0	0
6	Valerenol	15,05	2,52	1,74	0	0	0
7	Alpha-vetivone*	-	4,88	3,32	0	0	0
8	Alpha-amorphene*	-	-	-	2,36	1,22	1,27
9	Germacrene B*	-	-	-	0,35	4,06	4,02
10	Globulol	-	-	2,36	0	0	0
11	(+)-gamma-castol	10,18	-	-	21,53	14,31	0
12	(+)-Beta-Guaiene*	3,87	2,59	2,19	0	0	0
13	Zizanol	0	0	0	1,79	2,57	2,44
14	1-cloro-2,4-dimethoxy-3-methylphenol	0	0	0	13,05	0	12,62

Keterangan = * senyawa bukan golongan alkohol



Gambar 1. Biosintesis senyawa alkohol dari minyak akarwangi
 Sumber : Maffei, 2002; Manitto, 1981.

pertimbangan. Nilai serapan K dari limbah akarwangi 6-22 kg ha⁻¹, sedangkan total serapan K dari akar, bonggol dan daun 292-535 kg ha⁻¹ (Rosman *et al.* 2013). Data tersebut menunjukkan bahwa limbah akar, bonggol dan daun akarwangi merupakan sumber hara K yang potensial.

Dengan demikian upaya pengembalian limbah tanaman akarwangi ke tanah sangat bermanfaat dan akan mempertahankan tingkat kesuburan tanah, tentunya limbah dari akarwangi akan menjadi sumber K melalui pelapukan dan dekomposisi. Hara K bisa juga didapat melalui upaya pemberian pupuk kandang (Tisdale, 1965). Pemanfaatan sumber K dari limbah tanaman akarwangi merupakan suatu upaya penghematan dalam upaya penggunaan K pada tanaman akarwangi.

STRATEGI PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN AKARWANGI

Mengingat minyak akarwangi sebagian besar adalah ekspor dan sebagai salah satu sumber devisa, maka dukungan penelitian sangat diperlukan agar mampu bersaing dengan negara

lain. Strategi penelitian ke depan perlu menjadi perhatian. Untuk itu perlu disusun rencana strategi penelitian untuk akarwangi ke depan yang mengarah kepada peningkatan produktivitas dan mutu minyak.

Untuk mendukung pengembangan akarwangi, pupuk K yang diberikan ke tanah seyogyanya didasarkan pada pendekatan analisis tanah, sehingga penggunaan K akan lebih tepat dan efisien. Perimbangan kebutuhan K dengan unsur lain seperti, Nitrogen (N), Phosfor (P) yang diberikan ke tanaman akan menjadi lebih efisien.

Waktu panen pada akarwangi juga perlu diperhatikan. Umur panen yang tepat bergantung kondisi K. Pada kondisi K yang rendah perlu penyesuaian dosis agar berpeluang mendapatkan kandungan minyak dan mutu yang baik. Dengan diketahuinya peran K, waktu panen dan lintasan biosintesis dalam pembentukan senyawa alkohol, kiranya dapat dijadikan dasar untuk penelitian ke depan.

Peran K dan waktu panen pada tanaman akarwangi, perlu dijadikan dasar untuk penelitian dan pengembangan ke depan. Selain itu, untuk mendukung pengembangan akarwangi diperlukan adanya perhatian

pemerintah terutama subsidi pupuk K. Pupuk K dirasakan mahal oleh petani, sehingga petani terkadang tidak mampu memupuk tanaman, terlebih bila harga minyak akarwangi sedang turun, petani pun beralih ke tanaman lain.

Dukungan instansi terkait sangat diperlukan dalam upaya pengembangan tanaman akarwangi, terutama menyangkut kebutuhan dan pengelolaan K dalam pengembangan akarwangi.

KESIMPULAN

K berperan penting dalam menentukan produksi tanaman akarwangi. Untuk tanah yang mengandung K < 0,35 me/100 g tanah diperlukan pupuk K sebesar 413,5 kg/ha. Penambahan pupuk K ke tanah yang mengandung K > 0,35 me/100 g tanah akan tidak efisien karena tidak mampu meningkatkan kandungan senyawa alkohol pada minyak akarwangi.

Waktu panen berpengaruh terhadap pembentukan senyawa alkohol. Ada 5 senyawa alkohol yang terbentuk pada umur 12 BST yaitu cis-alpha-copaene-8-ol, beta-eudesmol, globulol dan valerenol sedangkan pada umur 14 BST terdapat 4 komponen kimia yaitu beta-eudesmol, (+) -gamma-castol, zizanol, dan 1-cloro-2,4-dimethoxy-3-methylphenol.

Beberapa senyawa yang perlu menjadi bahan pertimbangan untuk dilakukan penelitian lebih lanjut adalah cis-alpha-copaene-8-ol, beta-eudesmol, dan valerenol yang muncul pada umur 12 bulan setelah tanam, sedangkan pada umur 14 bulan setelah tanam yaitu beta-Eudesmol, (+) -gamma-castol, zizanol, dan 1-cloro-2,4-dimethoxy-3-methylphenol.

DAFTAR PUSTAKA

- Agusta, A. 2000. Aromaterapi; Cara sehat dengan wewangian alami. *Penebar Swadaya*, Jakarta. 154 hal.
- Al Hanief, M.M., Al Mushawwir H.W., dan Mahfud. 2013. Ekstraksi minyak atsiri dari Akarwangi menggunakan metode *steam - hydrodistillation* dan *hydro distillation* dengan pemanas microwave. *Jurnal Teknik Pomits*. 2(2): 219-223.
- Apriadi, W.H. 2003. Aroma terapi untuk pengobatan dan perawatan pribadi. Seri Kesehatan Swadaya. Buku Populer Nirmala. Jakarta. 83 hlm.
- Attarde S K, B J Jadhao, R M Adpawar and A D Warade. 2003. Effect of nitrogen levels on growth and yield of turmeric. *Journal of Spices and Aromatic Crops* 12 (1) : 77-79.
- Balkam, J. 2001. Aromaterapi. Penuntun praktis untuk pijat minyak atsiri dan aroma. Dahara Prize. Semarang. 592 hal.
- Bellido, L.L., R.J.L. Bellido, and F.J.L. Bellido. 2006. Fertilizer Nitrogen Efficiency in Durum wheat under rainfed Mediterranean conditions : Effect of split application. *Agronomy journal* 98 (1) : 55-62.
- Chomchalow, N. 2012. Vetiver Research, Development and Applications in Thailand. *AU J.T.* 14(4): 268-274.
- Colling, G.W. 1954. Commercial fertilizers. John Wiley & Sons Inc. New York. 135 p.
- Damanik, S. 2005. Kajian usahatani akarwangi rakyat berwawasan konservasi di Kabupaten Garut. *Jurnal littantri* 11 (1): 25-31.
- Dinas Perkebunan Garut. 2009. Data statistik perkebunan Semester I tahun 2009. P 1
- Edem, I.D., U.C. Udoinyang and C.J. Ijah. 2012. Erosion studies under vetiver hedge management in Ibadan, South-Western Nigeria. *Advances in Applied Science Research*. 3 (5):2586-2590.
- Emmyzar, Y. Ferry dan Daswir, 2006. Prospek pengembangan Tanaman akarwangi. *Perkembangan Teknologi Tanaman Rempah dan Obat*. 18 (1) : 1-11.
- Ibrahim, S.A., G. Henderson, and R.A. Laine. 2004. Toxicity and behavioral effect of nootkatone, I, 10-dihydronootkatone and tetrahydronootkatone on formosan subterranean termite (Isoptera: Rhinotermitidae). *J.Econ. Entomol.* 97 (1): 102-111.
- Indrawanto, C. 2006. Analisis finansial agroindustri penyulingan akarwangi di

- kabupaten Garut, Jawa Barat. Perk Tek TRO 18 (2). Puslitbangbun. P 78-83.
- Lavana, U.C. 2000, Primary and secondary center of organ of vetiver and its dispersion: Proceedings of the 2nd International conference of vetiver: Vetiver and Environment. Office of Royal Development project Board, Bangkok, Thailand, pp, 224 – 427.
- Maffei, M. 2002. Introduction to the genus *Vetiveria*. London and New York. P 1-18.
- Malhotra, S.K., B.B. Vashishtha and V.V. Apparao. 2006. Influence of nitrogen, *Azospirillum* sp. and farmyard manure on growth, yield and incidence of stem gall disease in coriander (*Coriandrum sativum* L.). Journal of Spices and Aromatic Crops 15 (2) : 115-117.
- Manitto, P. 1981. Biosintesis Produk Alami. IKIP Semarang Press. 597 hlm.
- Mao, L., G. Henderson, and R.A. Laine. 2004. Germination on various weed species in response to vetiver oil and nootkatone. Weed Technol. 18 :263-267.
- Meena, S S, N L Sen, and S K Malhotra. 2006. Influence of sowing date, Nitrogen and plant growth regulators on growth and yield of coriander (*Coriandrum sativum* L.). Journal of Spices and Aromatic Crops 15 (2) : 88-92.
- Mengel, K and A.E. Kirby. 1987. Principles of Plant Nutrition. 4th ed. *International Potash Institute*, Bern. Switzerland. 470 p.
- Nataraja, A.A., A. Farooqi, B.S. Sreeramu and K.N. Srinivasappa. 2003. Influence of nitrogen, phosphorus and potassium on growth and yield of black cumin (*Nigella sativa* L.). Journal of Spices and Aromatic Crops 12 (1) : 51-56.
- Rosman, R., M.H Bintoro, dan R. Sosgo. 1991. Pengaruh nitroaromatik, pupuk nitrogen, dan kalium terhadap pertumbuhan setek panili. Pemb Littri 16 (4) : 148-153.
- , H. Muhammad, R. Suryadi, Emyzar, dan P. Rachman. 1994. Pengaruh pupuk N, P dan K terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman serai dapur di tanah latosol Citayam. Bul littro 9(2) : 76-79.
- , O. Trisilawati dan Setiawan 2013. Pemupukan Nitrogen, Fosfor, dan Kalium pada tanaman akarwangi Jurnal Littri 19 (1): 33-40.
- , O. Trisilawati, dan Setiawan. 2012. Senyawa kimia minyak akarwangi. Warta Littri, 18(3) : 6-8.
- Seswita, D. dan E. Hadipoentyanti. 2010. Pemanfaatan plasma nutfah akarwangi dalam memperoleh varietas unggul. Perk Tek Tro 22 (1). P 27-30.
- Subandi. 2013. Peran pengelolaan hara kalium untuk produksi pangan di Indonesia. Pengembangan inovasi pertanian 6(1):1-10.
- Tasma, I.M., M. Pandji Laksmanahardja dan E. Taurini. 1990. Perkembangan penelitian akarwangi. Edisi khusus Littro 6(1) : 10-22.
- Tisdale, S.L. 1965. Soil fertility and fertilizers. McMillan Publ.co.inc. New York. 430 p.

