

Model pengurusan sisa pertanian secara integrasi di ladang organik

(Integrated waste management model in organic farming system)

Mohammad Hariz Abdul Rahman, Jamaliah Jaafar, Zulkefli Malik, Mohd Fazly Mail, Mohd Ridzuan Mohd Daud, Noralyani Shakri dan Nur Fariza Mohd Mohtar

Pengenalan

Pengurusan sisa pertanian yang efektif merupakan komponen utama dalam aktiviti pertanian secara lestari. Konsep pengurusan ini mengutamakan faktor pertimbangan alam sekitar serta memberi fokus kepada faktor keperluan ekonomi seperti pengurangan kos dalam sesuatu aktiviti yang dijalankan. Pengurusan sisa pertanian yang efektif boleh menyumbang kepada cara yang penting untuk membantu mengekalkan persekitaran yang sihat dan bersih bagi ladang serta berpotensi mengurangkan keperluan untuk baja komersial. Antara bahan buangan yang terhasil daripada operasi ladang termasuklah sisa tanaman pertanian, sisa pembersihan kawasan dan tinja haiwan. Sumber ini sekiranya diproses dan diguna semula secara optimum boleh membantu mengurangkan kebergantungan kepada sumber baja luar di samping menjadi bahan utama untuk menyuburkan tanah. Ketika ini, beberapa kaedah dan proses pengurusan telah diperkenalkan untuk membangunkan model pengurusan sisa bersepadu dalam sistem pertanian organik di MARDI. Kaedah ini boleh dicadangkan untuk diguna pakai di kawasan lain yang menjalankan amalan pertanian yang sama. Beberapa potensi pelaksanaan turut diketengahkan bagi penambahbaikan pada masa hadapan.

Proses serta perancangan pengurusan sisa pertanian

Dalam proses pengurusan yang dijalankan, sisa pertanian telah dikategorikan berdasarkan jenis dan rupa bentuk sisa yang terhasil. Hasil inventori mendapati sisa pertanian utama di kawasan ladang organik Serdang adalah daripada sumber buangan tanaman sayuran, tinja kambing, tinja ayam, keratan dahan daripada aktiviti pemangkasan serta rumput yang dipotong daripada proses pembersihan kawasan. Kajian awal yang turut dilakukan di kawasan penanaman organik di MARDI Jelebu mendapati sumber keratan dedaunan dan daun kering menjadi antara sisa pertanian utama dari kawasan tersebut. Bagi menguruskan sisa-sisa pertanian secara efektif, lima kaedah utama pengurusan telah dicadangkan merangkumi a) proses menghasilkan kompos b) proses penghasilan biochar c) proses penghasilan vermi kompos d) biogas dan e) proses penternakan serangga sebagai sumber protein ternakan menggunakan sisa pertanian sebagai sumber makanan.

Anggaran hasilan sisa pertanian

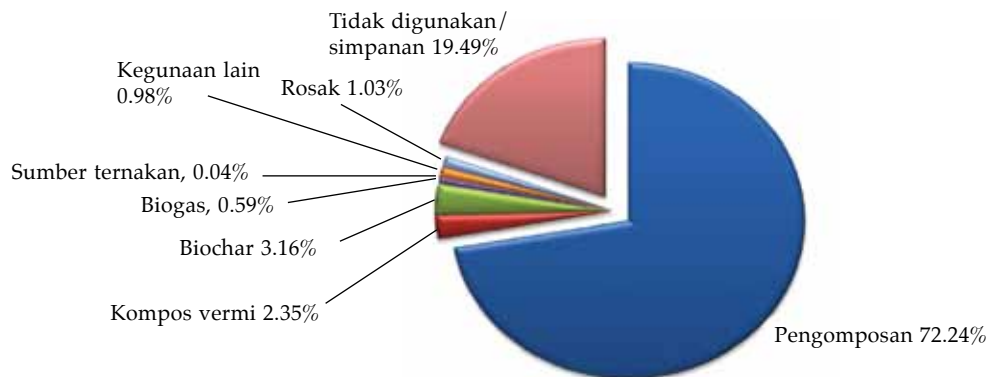
Terdapat dua kaedah pengiraan jumlah serta kuantiti sisa pertanian yang dihasilkan. Kaedah pertama berdasarkan pengiraan jisim sisa tersebut manakala kaedah kedua berdasarkan anggaran menggunakan nisbah jisim kepada isi padu mengikut pengiraan ketumpatan sisa bahan.

Inventori penghasilan sisa pertanian dari kawasan MARDI Serdang

Jumlah sisa yang dihasilkan dari ladang untuk tempoh Februari hingga Julai 2012 adalah sebanyak 2.023 tan metrik (*Rajah 1*). Sebanyak 1.663 tan metrik (80.51%) sisa telah ditukar dan diproses menjadi produk untuk kegunaan semula bagi tujuan pertanian. Bagi tujuan pemprosesan segera sisa-sisa yang mudah merosak, sebahagian besar sumber ini (daripada keseluruhan 2.023 tan) telah diproses menjadi kompos (72.24%) manakala beberapa pilihan lain, seperti biochar (3.16%), vermi kompos (2.35%), biogas (0.59%) dan kajian kegunaan semula untuk penghasilan makanan ternakan (0.04%) juga telah dilakukan (*Rajah 2*).



Rajah 1. Sisa pertanian dari ladang organik MARDI Serdang



Rajah 2. Aktiviti pengurusan dan penggunaan semula sisa pertanian di ladang organik, MARDI Serdang (% daripada jumlah keseluruhan sisa)

**Kaedah-kaedah pengurusan yang telah dan sedang dilaksanakan
Proses pengomposan secara konvensional dan pengomposan
secara 'forced aerated' (pengudaraan tambahan)**

Dua kaedah pengomposan telah digunakan untuk menguruskan sisa yang terhasil. Kaedah pertama melibatkan kaedah konvensional iaitu kaedah pengalihan atau *turning* yang dilakukan secara manual. Proses pengalihan ini dilakukan setiap 3 atau 4 hari bagi menyediakan pengudaraan kepada kompos (proses aerob). Untuk kaedah kedua, pengudaraan dilakukan secara mekanikal dan udara akan dipam melalui saluran yang dibina di bawah tapak kompos (*Gambar 1*). Konsep *forced aerated* ini diperkenalkan bertujuan untuk membantu mengurangkan kos buruh dan tenaga kerja. Melalui kaedah ini, udara akan dipam selama 20 minit setiap hari untuk mengeluarkan haba yang berlebihan di samping menyediakan pengudaraan. Justeru, kaedah ini tidak memerlukan kaedah *turning* yang memerlukan tenaga buruh yang intensif. Sepanjang tempoh kajian, konsep *forced aerated* telah diguna pakai dalam penghasilan kompos daripada sisa rumput. Jumlah keseluruhan sisa rumput yang telah diproses adalah kira-kira 439.8 kg. Proses pengkomposan ini telah didapati siap dalam tempoh 6 minggu iaitu hampir sama dengan amalan biasa kaedah kompos *turning* (kira-kira 8 minggu). Pengiraan akhir nisbah C:N kompos rumput yang terhasil juga adalah bawah nilai 10 (*Jadual 1*) yang merupakan petunjuk yang baik bagi kematangan kompos.



Gambar 1. Kaedah forced aerated untuk pengurusan sisa rumput dan tinja kambing di ladang organik MARDI Serdang

Jadual 1. Komposisi asas fizikal dan kimia sumber kompos yang terhasil

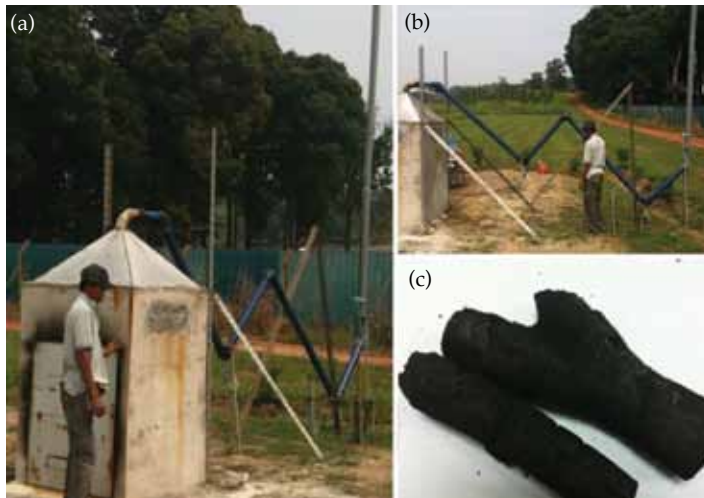
Jenis kompos	C (%)	N (%)	C/N	EC (mS/cm)	pH	Lembapan (%)
Kompos vermi	5.6	1.3	4.2	6.4	9.3	8.4
Sisa kembang kol/tinja kambing	5.9	1.5	3.9	6.7	9	7.4
Rumput/tinja kambing	18.4	2.4	7.7	4.8	7.9	15.3
Sisa sawi/tinja kambing	5.2	0.9	5.8	3.5	8.7	11.8

Penghasilan biochar dan cuka arang

Sebuah relau (tapak pembakaran) kecil telah dibina di ladang bagi tujuan menukar sisa pemangkasan (*pruning*) pokok kepada biochar menggunakan sistem pirolisis (*Gambar 2*). Reka bentuk relau yang dibina juga mengandungi sistem kondensasi wap yang mampu untuk menukarkan sisa asap putih yang terbebas sewaktu proses *charring* kepada cecair yang dikenali sebagai cuka arang. Sepanjang tempoh kajian, untuk jumlah 64 kg sisa *pruning* mangga yang telah diproses melalui kaedah ini, jumlah akhir produk biochar yang terhasil adalah sebanyak 29.9 kg (jisim pengurangan 53.2%) manakala jumlah cuka tumbuhan mentah yang terhasil adalah kira-kira 2.62 liter (0.04 liter cuka bagi setiap 1 kg sisa *pruning*). Sejumlah dahan belimbing dari lokasi MARDI Jelebu turut diproses menjadi biochar. *Jadual 2* menunjukkan perbandingan asas tiga jenis biochar yang dihasilkan. Tempurung kelapa diperolehi daripada bahan buangan sekitar pasar basah berhampiran Serdang, Selangor. Daripada analisis yang dijalankan, didapati biochar yang dihasilkan daripada keratan dahan mempunyai nilai nutrien kalium (K) yang agak tinggi, dengan nilai tertinggi diperolehi daripada sumber keratan belimbing dari ladang organik, MARDI Jelebu. Untuk cuka arang, beberapa faedah untuk kegunaan ladang turut dikenal pasti. Secara umumnya, cuka arang mempunyai bahan organik seperti asid organik, bahan fenolik, alkohol, bahan neutral dan asas bahan berasid. Ia amat berguna sebagai semburan foliar bagi kulat dan racun serangga. Kajian komposisi cuka arang daripada proses hasil biochar keratan mangga (*Jadual 3*) mendapati beberapa sebatian kimia yang mempunyai fungsi tertentu dalam mengawal perosak di ladang. pH biochar yang diperolehi adalah sekitar 3.5.

Vermi kompos dan cecair sisa cacing (vermi tea)

Sejumlah kecil sisa bahan buangan turut digunakan sebagai input untuk penghasilan vermi kompos. Secara amnya, bahan-bahan input bagi sistem penghasilan vermi yang sedia ada di ladang diperolehi daripada sumber luar seperti tinja lembu dan bahan buangan daripada hasil buah-buahan di kawasan sekitar. Bagi tujuan kesesuaian penggunaan sumber ladang, input bahan buangan seperti sisa sayur-sayuran dan tinja kambing turut



Gambar 2. Penghasilan biochar menggunakan relau di ladang organik, MARDI Serdang. (a) Pandangan keseluruhan relau, (b) pandangan sisi dengan saluran kondensasi wap untuk menghasilkan cuka arang dan (c) contoh arang terhasil daripada sisa dahan mangga

Jadual 2. Komposisi nutrien daripada biochar yang dihasilkan melalui kaedah pirolisis di ladang

Jenis biochar	C (%)	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
Dahan mangga	51.5	0.6	0.5	1.6	1.2	0.2
Dahan belimbing	95.8	0.3	0.2	3.0	0.6	0.4
Tempurung kelapa	50.1	0.4	0.1	0.8	0.1	0.1

Jadual 3. Sebatian kimia yang terdapat dalam komposisi cuka arang (dahan mangga dari ladang organik, MARDI Serdang) yang mempunyai fungsi untuk mengawal perosak di ladang

Sebatian kimia	Aplikasi dan kegunaan
3-methyl-pyridine	Bahan asas dalam penghasilan cholopyrifos, sejenis organofosfat insektisid
Pyridine	Digunakan dalam penghasilan bakterisid dan insektisid
Fenol	Digunakan sebagai bahan untuk tujuan penghasilan fenoksi herbisid
2-metilfenol	Bahan asas untuk mengawal serangga perosak
Cyclopentenones	Digunakan sebagai bahan asas kimia dalam pertanian
2,4-dimetilfenol	Digunakan dalam penghasilan insektisid, fungisid
4-ethyl2-methoxyphenol	Sebatian dengan fungsi antifungal
2,6-dimethoxyphenol	Sebatian dengan fungsi antifungal
2,3,5-trimethoxytoluene	Sebatian asas yang digunakan untuk bahan kimia pertanian

digunakan. Sejumlah 47.71 kg (2.35% daripada keseluruhan 2.023 tan) input sisa pertanian terdiri daripada kailan (38%), tinja kambing (31%), rumput (29%) dan kembang kol (2%) telah digunakan. Daripada *Jadual 1*, kompos vermi yang diperoleh mempunyai sifat beralkali. Justeru, penggunaannya untuk memulihkan tanah berasid adalah dicadangkan. Selain itu, teknik pemuliharaan cecair daripada sisa cacing (*vermi tea*) turut juga dilakukan. Seperti vermi kompos, *vermi tea* turut mengandungi pH yang bersifat alkali iaitu sekitar pH 8.3 yang sesuai digunakan sebagai semburan yang boleh menghalau serangga perosak. Namun, ia lebih terkenal sebagai semburan baja foliar kerana komposisinya yang kaya dengan bakteria berfaedah untuk membantu pertumbuhan pokok. Sebelum aplikasi dibuat, *vermi tea* perlu dicairkan untuk merendahkan nilai pH supaya sesuai untuk kegunaan tanaman. Untuk perancangan jangka panjang bagi pengurusan sisa di ladang dicadangkan bahawa penggantian untuk sumber input cacing (input semasa adalah menggunakan najis lembu yang diperoleh daripada sumber luar) boleh dilakukan.

Aktiviti lain

Satu kajian awal juga sedang dijalankan untuk mengenal pasti potensi sisa buangan dari ladang yang sesuai untuk ditukar kepada bentuk penjana tenaga bagi penghasilan biogas. Kajian awal menggunakan sumber bahan buangan daripada sisa kailan dan tinja kambing (0.59% daripada jumlah keseluruhan) sebagai input menunjukkan kesesuaian sumber ini bagi penjana biogas berskala kecil. Ketika ini, ladang organik di Serdang turut melaksanakan aktiviti menternak ayam secara organik. Rancangan pada masa hadapan adalah untuk menggunakan sepenuhnya tinja ayam sebagai input utama bagi menjana biogas untuk kegunaan ladang.

Selain aktiviti penghasilan biogas, potensi sisa tumbuhan sebagai makanan untuk ternakan serangga untuk tujuan sumber protein merupakan sebahagian daripada kajian yang dirancang dan dimulakan. Sumber protein ini kemudiannya akan digunakan sebagai sumber makanan tambahan untuk ternakan haiwan seperti ayam di ladang. Pada masa kini, kedua-dua kajian di atas masih di peringkat permulaan.

Potensi dan cabaran

Konsep pengurusan sisa pertanian secara integrasi merupakan satu mekanisme yang efektif dalam memastikan penggunaan sumber dapat dilakukan secara optimum dan sistematik. Dalam aktiviti pertanian organik, pengurusan sisa yang betul dapat memberi manfaat kepada pengaplikasian semula sumber ini dalam meningkatkan kesuburan tanah untuk peningkatan hasil. Kompos misalnya, boleh bersifat pembaik (*conditioner*) tanah manakala biochar boleh mengurangkan larut lesap nutrien. Sekiranya hasilan ini digunakan secara berterusan, ia dapat menyumbang kepada

pengurangan kos penggunaan baja di samping memastikan kesihatan tanah sentiasa dipulihara.

Cabaran pada masa hadapan termasuklah membangunkan model mapan yang memberi penekanan kepada pengurusan dan penggunaan seimbang sumber sisa buangan dari kawasan sekitar ladang. Diharapkan bahawa pembangunan sistem biogas, biochar, kompos vermi dan aktiviti ternakan untuk sumber protein daripada serangga boleh memainkan peranan yang lebih besar bagi pengurusan yang berkesan di samping menambah nilai kepada produk yang dihasilkan.

Kesimpulan

Model pengurusan sisa pertanian yang dibangunkan mendapati kaedah integrasi dalam menguruskan sisa pertanian di ladang adalah amat penting dalam memastikan pengurusan sisa dilakukan secara mesra alam dan sistematik. Kajian tambahan diperlukan untuk mempelbagaikan lagi konsep penggunaan semula sumber dari ladang untuk dijadikan bahan berfaedah bagi kegunaan tanaman. Disyorkan supaya aktiviti pengurusan sisa ini dapat dilakukan di kawasan pertanian lain mengikut kesesuaian sumber sisa pertanian di kawasan tersebut.

Penghargaan

Penulis ingin mengucapkan setinggi penghargaan kepada En. Mohd Firdaus A. Wahab @ Othman, En. Mohd Fairuz Suptian, En. Salleh Bardos, En. Aris Abdullah, En. Mohd Ghazali Rusly, En. Mohd Shahrol Fahmey Asari, En. Omar Hassan dan En. Mohd Yusri Zainudin atas bantuan yang diberikan sepanjang kajian dilakukan.

Rujukan

- Evanylo, G., Sherony, C., Spargo, J., Starner, D., Brosius, M., Haering, K. (2008). Soil and water environmental effects of fertilizer-, manure- and compost-based fertility practices in an organic vegetable cropping system. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 127: 50 – 58
- Guzman, C.B. (2009). Exploring the beneficial uses of wood vinegar. Diambil pada 15 Ogos 2012, dari <http://www.bar.gov.ph/news/woodvinegar.asp>
- Laird, D., Fleming, P., Wang, B., Horton, R., Karlen, D. (2010). Biochar impact on nutrient leaching from a Midwestern agricultural soil. *Geoderma* 158: 436 – 442

Ringkasan

Satu model bagi pengurusan sisa bersepadu telah dicadangkan sebagai pendekatan pengurusan yang berkesan sisa pertanian di ladang organik, MARDI. Konsep sifar sisa adalah untuk mengoptimumkan pengurusan hasil buangan. Ia juga merupakan mekanisme untuk memaksimumkan kecekapan pengurusan ladang dan mengurangkan kesan alam sekitar serta pengurangan kos. Di ladang organik, MARDI Serdang, antara bulan Februari hingga Julai 2012, kira-kira 2.023 tan metrik buangan telah dihasilkan dari ladang. Sebanyak 1.63 tan metrik atau 80.51% telah diproses dan ditukarkan kepada kompos (72.24%), biochar (3.16%) dan vermi kompos (2.35%). Kajian awal terhadap potensi kegunaan penghasilan biogas (0.59%) dan makanan

haiwan (0.04%) juga telah dijalankan. Kerja-kerja pengurusan bersepadu sisa di ladang organik di MARDI Jelebu masih di peringkat permulaan. Walau bagaimanapun, telah dikenal pasti bahawa sumber utama sisa datang daripada keratan dedahan pokok dan daun. Oleh itu, penukaran sisa ke biochar dicadangkan dan diikuti proses perkomposan.

Summary

A model for integrated waste management has been proposed as one of the approaches for effective management of agricultural waste in organic farm, MARDI. The basic concept of zero waste is to integrate and optimise waste management, in order to maximize efficiency and minimise associated environmental impacts and financial costs. In MARDI Serdang, between February and July 2012, about 2.023 tonnes of wastes have been generated from the farm. Out of which, 1.63 tonnes or 80.51% has been processed and converted to composts (72.24%), biochar (3.16%) and vermicomposts (2.35%). Preliminary studies on the potential uses of waste for biogas (0.59%) and animal feed (0.04%) were also carried out. The work for integrated management of waste in an organic farm in MARDI Jelebu is still at the beginning stage. However, it was identified that the main source of the waste came from tree prunings, cuttings and leaves. Therefore, conversion of waste into biochar is suggested, followed by composting.

Pengarang

Mohammad Hariz Abdul Rahman
Pusat Penyelidikan Sumber Strategik, Ibu Pejabat MARDI, Serdang,
Peti Surat 12301, 50774 Kuala Lumpur
E-mel: hariz@mardi.gov.my

Jamaliah Jaafar
Pusat Perkhidmatan Teknikal (TS), Ibu Pejabat MARDI, Serdang,
Peti Surat 12301, 50774 Kuala Lumpur

Zulkefli Malik, Noralyani Shakri dan Nur Fariza Mohd Mohtar
Pusat Penyelidikan Sumber Strategik, Ibu Pejabat MARDI, Serdang,
Peti Surat 12301, 50774 Kuala Lumpur

Mohd Fazly Mail
Pusat Penyelidikan Mekanisasi dan Automasi, Ibu Pejabat MARDI, Serdang,
Peti Surat 12301, 50774 Kuala Lumpur

Mohd Ridzuan Mohd Daud
Pusat Penyelidikan Hortikultur, Stesen MARDI Jelebu, Simpang Durian,
72400 Jelebu, Negeri Sembilan