

UC Pertanian & Sumber Asli

Ladang

Tajuk

Menilai Kualiti Kompos untuk Pertanian

Pautan kekal

<https://escholarship.org/uc/item/4v1576f8>

Pengarang

Crohn, David M

Tarikh penerbitan

2016-09-01

DOI

10.3733 / ucanr.8514

Rakan sebaya disemak

Menilai Kualiti Kompos untuk Pertanian

abstrak

Kompos digunakan secara meluas sebagai pindaan organik untuk menambah bahan organik dan nutrien kepada tanah, dan kadangkala juga digunakan sebagai sungkupan untuk mengawal perosak dan menyebarkan air. Kualiti kompos boleh dinilai melalui analisis makmal, tetapi sifat yang boleh diukur yang digunakan untuk menilai kompos adalah berbeza daripada yang digunakan untuk menerangkan tanah yang ia ditambah. Parameter seperti nisbah karbon kepada nitrogen (C:N), kandungan bahan organik, kemasinan, jumlah nitrogen, jumlah fosforus, kestabilan, fitotoksikan, pH, kematangan, boron, klorida, natrium, saiz zarah, kepekatan logam berat dan patogen. Kepekatan adalah faktor untuk dinilai apabila anda membandingkan produk kompos yang tersedia. Penerbitan ini menerangkan setiap langkah ini dan mencadangkan had yang munasabah untuk lima jenis aplikasi kompos biasa, termasuk penggunaan sebagai pindaan tanah untuk strawberi, tomato pengetinan, dan salad serta penggunaan mulsa untuk anggur dan alpukat. Kaedah anggaran baharu juga akan membantu anda meramalkan pengaruh jangka pendek kompos terhadap kemasinan tanah.



DAVID M. CROHN, UC
Cooperative Extension
sistem biologi jurutera dan
profesor bersekutu, Jabatan
Sains Alam Sekitar, UC Riverside.

Ucapan terima kasih

Maklumat yang dibentangkan di sini diperoleh daripada projek yang dibiayai oleh CalRecycle. Dan Noble dari Persatuan Pengeluar Kompos membantu dalam pengurusan projek. Ron Alexander berkongsi pengetahuan mendalam tentang spesifikasi kualiti kompos. Frank Shields dari Makmal Kawalan Tanah berkongsi pangkalan datanya tentang ukuran pindaan organik biasa. Ludmilla Kuzina membantu dalam mengumpul kesusasteraan dan meninjau penasihat ladang untuk pendapat mereka mengenai parameter yang harus digunakan untuk mencirikan kualiti kompos di California.

pengenalan

Apabila dimasukkan ke dalam tanah, kompos bertindak sebagai pindaan tanah. Apabila digunakan pada permukaan tanah dan tidak digabungkan, ia berfungsi sebagai sungkupan. Dalam peranan pindaan tanah mereka, kompos meningkatkan kesuburan dan penanaman, manakala sebagai sungkupan mereka boleh mengurangkan hakisan, menjimatkan air, mengawal rumpai, dan menguruskan perosak. Sebelum anda boleh menilai kesesuaian kompos untuk aplikasi tertentu, anda perlu mempunyai pemahaman tentang beberapa sifat kompos—yang berbeza dengan ketara daripada kualiti tanah yang mungkin anda kenali. Industri kompos menggunakan set ujian analitik yang dikenali sebagai TMECC (Kaedah Ujian untuk Pemeriksaan Pengkomposan dan Kompos) untuk mencirikan produk kompos (Leege 1998). Seal of Testing Assurance (STA) dianugerahkan kepada kompos yang telah diambil sampel dan diuji oleh makmal yang diperakui mengikut kaedah ini.

Semasa anda membaca, anda akan melihat cara anda boleh mentafsir sifat kompos, seperti yang dilaporkan dalam laporan industri rasmi, dan menggunakannya sebagai asas untuk memilih produk yang mungkin sesuai untuk keadaan pertumbuhan tertentu anda. Contoh disediakan untuk lima tanaman perwakilan, termasuk pindaan tanah kompos untuk salad, tomato pengetinan, dan strawberi, dan sungkupan kompos untuk alpukat dan anggur. (Sesetengah penanam anggur dan alpukat menggunakan kompos sebagai pembalut sampingan untuk meningkatkan bahan organik tanah dengan cepat dan kurang berminat dengan faedah kompos yang digunakan sebagai sungkupan. Dalam kes sedemikian, adalah wajar bagi mereka untuk memilih kompos dengan sifat yang lebih sesuai untuk kegunaan pindaan tanah.) Parameter yang disertakan di sini telah dipilih oleh pengarang selepas tinjauan Penasihat Ladang Sambungan Koperasi UC untuk melihat isu yang mereka anggap paling membimbangkan berkenaan dengan setiap tanaman tertentu.

Kos untuk mengangkut kompos boleh menjadi agak besar, jadi kedekatan ladang dengan kemungkinan sumber kompos akan sangat mempengaruhi perasaan penanam tentang produk kompos yang tersedia secara ekonomi untuk digunakan. Penerbitan ini membentangkan julat yang sesuai untuk kebanyakan sifat kompos yang dipertimbangkan. Had parameter yang dibentangkan di sini harus dipertimbangkan sebagai



US Composting Council
Seal of Testing Assurance®

Rajah 1. Simbol pada produk kompos ini membuktikan bahawa kompos telah diambil sampel dan diuji mengikut program STA Majlis Pengkomposan AS.

cadangan kasar dan bukan sebagai had mutlak. Adalah munasabah bagi penanam untuk mempertimbangkan faktor lain, termasuk harga, kos pengangkutan, keadaan tanah, kualiti air, kadar penggunaan, keupayaan larut lesap tanah, masa antara penggabungan kompos dan penanaman, kegunaan yang dimaksudkan dan pengalaman peribadi, semasa membuat keputusan pembelian .

Nisbah C:N

Apabila mikrob tanah menguraikan kompos, mereka menggunakan karbonnya (C) untuk tenaga sambil melumpuhkan beberapa nitrogen (N) untuk memenuhi keperluan mereka sendiri. N tidak bergerak tidak tersedia buat sementara waktu untuk tumbuhan sehingga masa mikrob itu sendiri mereput.

Nisbah karbon kepada nitrogen (C:N) adalah berkadar secara kasar dengan keseimbangan antara keseluruhan tenaga yang terkandung dalam kompos (yang sepadan dengan kandungan karbonnya) dan nutrien utama yang diperlukan untuk menguraikannya, nitrogen, dinyatakan sebagai jumlah kompos. C dibahagikan dengan jumlah kompos N. Kompos dengan nisbah C:N yang lebih tinggi biasanya tidak bergerak lebih banyak N untuk jangka masa yang lebih lama.

Imobilisasi adalah kurang ketara dalam kompos yang stabil, kerana mikrob tanah akan memetabolismekan karbon dalam kompos yang stabil secara perlahan. Bahan tidak kompos yang tidak stabil dan mempunyai nisbah C:N yang tinggi lebih berkemungkinan menimbulkan masalah, kerana pengkomposan ialah proses penstabilan yang menghilangkan sebahagian besar karbon yang sedia ada. Kompos C:N rendah (C:N<20:1) mungkin dijangka secara beransur-ansur memineral nitrogen dengan sedikit atau tiada imobilisasi (Bruun et al. 2006; Paul

Rajah 2. Serpihan kayu mempunyai nisbah C:N yang tinggi (pada susunan 600:1), manakala baja tenusu mempunyai nisbah yang lebih rendah (pada susunan 15:1). Daripada keduanya, kompos berkayu mengurai lebih perlahan, tetapi produk berasaskan baja membekalkan lebih banyak



2007). Bahan-C:N rendah (<10:1) selalunya terdiri daripada bahan suapan yang agak labil, seperti baja, biopepejal atau sisa makanan. Oleh kerana mikrob pengurai berfungsi lebih cepat apabila hangat, kedua-dua mineralisasi nitrogen dan imobilisasi dipercepatkan semasa musim panas.

Nisbah C:N yang lebih tinggi (>25:1) dalam kompos yang stabil boleh membayangkan kehadiran lignin yang menentang pereputan. Sungkupan yang digunakan untuk mengawal rumpai dan memulihara air harus menahan penguraian kerana ia digunakan pada permukaan tanah. Mulsa biasanya tidak digunakan sebagai a

Jadual 1. Had nisbah C:N

guna	Nisbah C:N
Mulsa	~ 15:1
Pindaan tanah	~ 20:1

sumber nitrogen untuk tumbuhan, jadi nisbah C:N yang lebih tinggi boleh diterima untuk bahan ini. Nisbah C:N yang lebih tinggi (>40:1) juga mengehadkan nutrien yang tersedia untuk rumpai. Kompos rendah-C:N sesuai untuk digunakan sebagai pindaan tanah, yang dicampurkan ke dalam zon akar di mana ketersediaan nutrien adalah penting untuk kejayaan tanaman. Kompos C:N rendah bertekstur halus berfungsi dengan baik sebagai sungkupan jika anda bermaksud untuk menggalakkan pertumbuhan semula pesat untuk mengurangkan hakisan daripada halangan atau struktur perlindungan air yang serupa (Crohn et al. 2013), tetapi ia biasanya tidak diinginkan untuk digunakan sebagai pertanian. sungkupan kerana ia menggalakkan pembangunan rumpai.

Bahan organik

Bahan organik memainkan peranan penting dalam mewujudkan dan mengekalkan kedua-dua struktur tanah dan kesuburan. Ia juga memainkan peranan penting dalam mengekalkan ekologi tanah yang sihat (Paul 2007). Tanah California cenderung rendah dalam bahan organik dan suplemen adalah tujuan utama penggunaan kompos. Penanam harus mengambil perhatian kandungan bahan organik bagi pindaan tanah yang berpotensi apabila membandingkan harga dan kualiti kompos yang berbeza; kebanyakan kompos adalah antara 25 dan 75 peratus bahan organik. Kompos yang mengandungi sejumlah besar bahan lengai, seperti tanah, silika, atau abu, tidak akan memberikan manfaat sebanyak kompos yang lebih kaya dengan bahan organik.

Untuk pindaan tanah, bagaimanapun, had atas 65 peratus bahan organik biasanya dikenakan, kerana bahan dengan kandungan bahan organik yang lebih besar mungkin tidak stabil sepenuhnya. Had atas sedemikian tidak sesuai untuk sungkupan kompos, walaupun, kerana dalam kebanyakan kes kebanyakan kandungan organiknya adalah kayu, yang merosot secara perlahan di dalam tanah. Tambahan pula, kompos kurang reaktif dengan tanah apabila diletakkan di atasnya (sebagai sungkupan) berbanding apabila dimasukkan ke dalam tanah (Ron Alexander, komunikasi peribadi 2013).



Rajah 3. Kompos bahan organik rendah biasanya mengandungi banyak tanah. Ia memerlukan dua kali lebih banyak bahan untuk kompos bahan organik 25 peratus untuk memberikan faedah penyaman yang sama seperti jumlah kompos bahan organik 50 peratus tertentu.

Jadual 2. Bahan organik

guna	Bahan organik
Mulsa	~ 25%
Pindaan tanah	~ 25% ~ 65%

Kemasinan (EC)

Kemasinan boleh mempunyai kesan khusus dan tidak spesifik terhadap pembangunan tanaman. Dalam kesan tidak spesifik, ion terlarut mencipta kecerunan osmotik yang menghalang tumbuhan daripada mendapatkan nutrien dan air yang mereka perlukan. Kesan khusus ialah apabila tumbuhan mengambil ion tertentu melebihi nilai nutriennya—lebih itu boleh menjadi toksik dengan sendirinya betul atau boleh menyebabkan ketoksikan secara tidak langsung, seperti apabila garam yang mempunyai nilai pemakanan terhad atau tiada menggantikan nutrien yang lebih penting dalam tumbuhan (Shannon dan Grieve 1998).

Kekonduksian elektrik (EC) ialah cara yang tepat dan tidak langsung untuk mengukur kemasinan dalam tanah. Apabila mendokumentasikan dan mengurus ciri tanah, penanaman dan perunding paling kerap mengukur tahap kemasinan tanah (jadual 3) sebagai ECe, kekonduksian elektrik air yang diekstrak daripada pes tepu tanah. Kekonduksian diukur dalam unit deciSiemens per meter (dS/m), atau kadang-kadang miliSiemens per centimeter (mS/cm), yang mempunyai angka yang sama.

nilai sebagai dS/m. Rekod dan literatur lama mungkin memberikan nilai EC dalam milimhos per sentimeter (mmhos/cm), yang juga bersamaan dengan dS/m atau mS/cm. Pes tepu tanah digunakan untuk pengukuran kerana ia kelihatan tepat mewakili pengaruh kemasinan pada akar tumbuhan. Oleh kerana sukar untuk mencari titik tepu yang tepat dalam kompos, kemasinan kompos diukur sebagai EC5, menggunakan ekstrak daripada campuran air-ke-kompos 5:1.

Kompos dengan nilai EC yang tinggi boleh menjadi kaya dengan nutrien, kerana nutrien bertanggungjawab untuk kebanyakan kekonduksian yang diukur. Semua ion bercas yang memasuki larutan tanah menyumbang kepada ukuran EC. Sesetengah, seperti nitrat, ammonium, dan kalium, adalah makronutrien penting yang kehadirannya dalam kompos mengurangkan keperluan untuk baja tambahan. Ion lain, seperti natrium dan klorida, mewakili keseimbangan terhadap kesihatan tanah dan tumbuhan jika ia hadir pada kepekatan tinggi. Ini menunjukkan bahawa peningkatan kemasinan yang disebabkan oleh penggunaan kompos kurang membimbangkan berbanding peningkatan kemasinan yang disebabkan oleh faktor lain, seperti kualiti air pengairan. Eksperimen telah menunjukkan, walau bagaimanapun, bahawa kesan tidak spesifik kemasinan kompos adalah sama dalam magnitud kepada kesan tidak spesifik daripada sumber lain dan penggunaan jadual ECe yang diterbitkan yang diterbitkan untuk pengurusan air pengairan dan tanah juga sesuai untuk menilai campuran kompos tanah. Perlu diingatkan bahawa kesan kemasinan tidak spesifik secara amnya diimbangi oleh faedah penggunaan kompos (Reddy dan Crohn 2012).

Kompos EC5 dan nilai ECe tanah tidak boleh dibandingkan secara langsung, walaupun nilai EC5 akan kurang daripada nilai ECe yang sepadan, semua perkara adalah sama. Anggaran kemungkinan kesan kompos ke atas ECe tanah memerlukan maklumat tentang kadar penggunaan kompos dalam tan per ekar, bersama dengan tekstur tanah, kandungan bahan organik dan ECe prakompos (Reddy dan Crohn 2012). Alat hamparan tersedia untuk tujuan ini (rajah 4). Bukti menunjukkan bahawa tanaman berprestasi terbaik jika paras ECe tanah berada di bawah ambang kemasinan khusus tanaman (jadual 3). Anggaran boleh dibandingkan dengan ambang kemasinan tanaman seperti yang ditunjukkan dalam jadual 3 untuk menentukan sama ada larut lesap diperlukan untuk mengurangkan tahap ECe.

Jadual 3. Ambang kemasinan tanah (ECe).

Potong	Penumpuan dalam ekstrak tepu
	dS/m
Avokado	4*
selada	1.3
tomato	2.5
Anggur	1.5
Strawberi	1

SUMBER: Hanson et al. 1993; Maas 1986.

* Nilai alpukat mewakili ambang ketoksikan yang dilaporkan oleh ahli akademik UC.

Rajah 4. Alat hampan untuk menganggar ECe campuran tanah-kompos.

(Klik dua kali pada simbol klip kertas untuk mencapai hampan Excel. Memerlukan Adobe Acrobat Reader dan Microsoft Excel.)

UC CE Estimation of Initial Compost-Soil Mixture Salinity levels

Compost Properties		Soil Properties	
Compost Application Rate (tons/acre):	8	Soil Texture Class:	Loam
Compost Salinity (EC _e , dS/m):	5.6	Soil Salinity (EC _e , dS/m):	2
Compost Moisture Content (% wet wt.):	35%	Soil Incorporation Depth (inches):	6
Compost Organic Matter (% dry wt.):	50%	Soil Organic Matter (% dry wt.):	1.0%

Estimated Compost-Soil Mix Salinity (EC_e, dS/m) = 3.1

Compost values should be from a laboratory following STA methods.

Nitrogen

Kompos boleh membekalkan nitrogen yang banyak kepada tanah. Kompos ammonium dan nitrat tersedia untuk pengambilan tumbuhan semasa penggunaan, manakala nitrogen organik perlu dimineralkan kepada ammonium, atau sekurang-kurangnya diuraikan kepada bentuk organik yang mudah dan larut, sebelum ia boleh diambil (Näsholm et al. 2009). Secara amnya, kompos tinggi-C:N nisbah membekalkan nitrogen dengan lebih mudah daripada kompos rendah-C:N, tetapi kadar mineralisasi tertentu tidak boleh diramalkan dengan sebarang ketepatan. Kerana nitrogen adalah baja penting, ia biasanya tidak toksik kepada tanaman pada tahap agronomik. Tahap ammonium yang tinggi boleh menjadi fitotoksik, terutamanya kepada anak benih, walaupun kerentanan berbeza-beza bergantung kepada tumbuhan (Britto dan Kronzucker 2002). Nitrat yang tinggi di dalam tanah berpotensi untuk larut lesap sebagai bahan pencemar ke dalam air bawah tanah, atau ia boleh didenitrifikasi menjadi nitrus oksida, bahan yang kuat.

gas rumah hijau. Kita harus ambil perhatian bahawa kehilangan nitrogen kepada udara dan air mungkin meningkat dengan ketara jika jumlah baja nitrogen yang berlebihan digunakan bersama-sama dengan kompos (De Wever et al. 2002). Status nitrogen tanah yang ada harus dipantau, dan penggunaan baja diselaraskan untuk mengambil kira sebarang nitrogen yang ditambah dengan kompos. Kompos yang diawet dengan baik mengandungi lebih banyak nitrogen sebagai nitrat daripada sebagai ammonium, tetapi kompos kaya ammonium boleh digunakan dengan agak berjaya, terutamanya jika ia digunakan beberapa minggu sebelum penanaman.

Jumlah Fosforus

Ketersediaan fosforus daripada kompos adalah lebih baik berbanding dengan baja fosforus konvensional (Van Horn 1995; Sikora dan Enkiri 2005). Paras fosforus yang tinggi dalam tanah atau sungkupan boleh, walau bagaimanapun, bergerak keluar dari ladang untuk mencemarkan air permukaan (Crohn et al. 2013). Untuk melindungi alam sekitar dan menjimatkan wang untuk baja, penanam harus mengurangkan penggunaan baja fosforus mereka mengikut kadar jumlah fosforus yang dibekalkan oleh kompos.

Kestabilan

Kestabilan kompos ialah sejauh mana penguraianya telah perlahan. Bahan bahan mentah kompos terdiri daripada bahan yang terurai pada kadar yang berbeza. Semasa pengkomposan, bahan mudah reput atau "labil", disingkirkan, meninggalkan bentuk karbon yang lebih stabil dalam kompos apabila ia digunakan.

Bahan seperti sisa makanan, biopejal atau baja kaya dengan lemak, gula, kanji dan lilin. Bahan labil ini cepat ditukar oleh mikrob kompos kepada karbon dioksida dan air, meninggalkan bahan tahan seperti kayu yang mengandungi campuran selulosa dan lignin. Ia adalah perkara biasa bagi bahan labil menghasilkan bau, mengikat nitrogen, atau membebaskan sebatian fitotoksik apabila ia terurai. Pengeluar kompos menghapuskan bau, fitotoksin, dan faktor memudaratkan lain dengan membenarkan produk mereka stabil atau "sembuh" selama beberapa minggu atau bulan sebelum ia dihantar ke pasaran. Walaupun penguraian cepat yang dikaitkan dengan kompos yang tidak stabil mungkin menyekat patogen tumbuhan bawaan tanah tertentu, perlu diingat bahawa kompos yang tidak matang dan tidak cukup diawetkan sebaliknya tidak diingini (Zmora-Nahum et al. 2008). Bahan yang tidak cukup sembuh akan meneruskan pereputannya yang cepat, menghasilkan fitotoksin, mengeluarkan bau,

dan mungkin mengikat nitrogen yang berharga. Kompos yang tidak stabil boleh menjadi stabil selepas penggabungan tanah, tetapi dalam kes sedemikian penanam mungkin perlu menunggu beberapa minggu atau bulan antara permohonan dan penanaman (Aslam et al. 2008). Cara paling langsung untuk menilai kestabilan kompos ialah menilai kadar CO₂ terhasil apabila bahan terurai di bawah kelembapan terkawal dan

keadaan suhu. Bahan yang menjana kurang daripada 8 mg CO₂ setiap gram bahan organik sehari semasa pengeringan pada 135°F adalah cukup stabil untuk kegunaan pertanian (Thompson et al. 2002). Perlu diingatkan bahawa ujian kestabilan lain juga tersedia dan penambahbaikan dalam instrumentasi mungkin memerlukan pengenalan kaedah tambahan untuk mengukur kestabilan. Jika kompos berbau "mati" atau "busuk", ia mungkin tidak stabil dan memerlukan lebih banyak pengawetan. Kompos yang stabil mempunyai bau yang sihat dan bersih.

Jadual 4. Had kestabilan

guna	Had kestabilan
Mulsa	≤ 8 mg CO ₂ / g OM / hari
Pindaan tanah	≤ 8 mg CO ₂ / g OM / hari

Jadual 5. Kematangan

guna	Had kematangan
Mulsa	≥ 80% kemunculan
Pindaan tanah	≥ 80% kemunculan

Jadual 6. had pH

guna	had pH
Mulsa	6.0 ≤ pH ≤ 8.5
Pindaan tanah	6.0 ≤ pH ≤ 8.5

Kematangan

Asid organik dan hasil sampingan penguraian lain dalam kompos yang belum matang boleh menjadi toksik kepada tumbuhan. Ujian percambahan menyediakan pemeriksaan langsung untuk kesan ini. Terdapat beberapa perbincangan dalam literatur sebagai yang merupakan benih terbaik untuk digunakan untuk menilai fitotoksik. Kaedah TMECC 05-05-A menyatakan penggunaan varieti timun tahan garam (Thompson et al. 2002). Penyelidik lain mendapati timun tidak sensitif terhadap toksin, dan telah mencadangkan cress sebagai pengganti (Aslam dan VanderGheynst 2008), tetapi kelebihan yang mungkin untuk menggunakan timun adalah ketidakpekaan relatifnya terhadap kemasinan. Kemasinan kompos diukur dan dinilai secara berasingan. Untuk kegunaan pertanian konvensional, kadar kemunculan 80% daripada ujian benih timun dianggap boleh diterima (CCQC 2001; Thompson et al. 2002). Kompos yang sama juga akan mencukupi untuk digunakan sebagai sungkupan pada ladang anggur yang telah sedia ada dan kebun alpukat.

pH

Kompos pH rendah dalam banyak kes tidak sembuh sepenuhnya, dan mungkin mengandungi kepekatan asid organik yang tinggi kerana ini. Asid organik adalah hasil sampingan rutin penguraian pada awal proses pengkomposan, tetapi ia tidak sepatutnya hadir pada peringkat kemudian. Oleh kerana asid organik boleh menjadi fitotoksik, nilai pH yang rendah adalah tidak diingini dalam kompos. pH kompos yang akan digunakan dalam pertanian harus berada di antara 6 dan 8.5 sebagai petunjuk kestabilan relatif. Nilai hampir 7.5 adalah yang paling biasa. Kebanyakan kompos beralkali sedikit selepas diawet, tetapi sesetengahnya mungkin sedikit berasid kerana sifat bahan suapannya.

Boron

Boron adalah mikronutrien yang penting. Pada kepekatan tinggi ia boleh menjadi fitotoksik, terutamanya apabila nilai pH dan kepekatan nitrogen rendah, keadaan yang paling biasa berlaku dalam kompos tidak matang (Ryan dan Chaney 1994). Ketoksikan boron dikurangkan dengan kehadiran bahan organik dalam kompos, dan garam boron boleh diuruskan melalui larut lesap (Purves dan Mackenzie 1974). Boron pernah menjadi bahan tambahan biasa untuk papan lapis dan gam kertas, jadi paras tinggi mungkin berlaku dalam kompos yang diperolehi daripada serpihan perobohan yang tercemar, arang batu atau abu kayu, tetapi

pengalaman telah menunjukkan bahawa paras boron dalam kompos jarang menimbulkan ancaman fitotoksikiti (Yermiyahu et al. 2001).

Avokado, salad, dan anggur adalah sensitif kepada boron, berkongsi ambang ketoksikan 0.5 ppm (Hanson et al. 1993). Boron kurang terdapat dalam tanah beralkali. Sebagai contoh, Brinton et al. (2008) mengkaji kompos yang dipinda abu terbang dan mendapati 30 peratus daripada jumlah boron boleh didapati pada pH 6, manakala hanya 10 peratus tersedia pada pH 7.6. Had 100 ppm mudah dipenuhi oleh kebanyakan produk kompos.

Berdasarkan nisbah ini, dan dengan mengandaikan bahawa kompos lembapan 40 peratus mengandungi 100 ppm jumlah boron, kira-kira 5.6 tan setiap ekar pada pH 6 (atau 17 tan se ekar pada pH 7.6) boleh dijangka menyumbang 0.5 ppm boron kepada tanah. Nombor ini hanya anggaran dan mengabaikan kepekatan latar belakang tanah dan air. Di mana boron membimbangkan kerana kepekatan tinggi dalam air pengairan, kompos boron rendah harus dipertimbangkan. Sebagai langkah berjaga-jaga tambahan, penanam sungkupan anggur harus mendapatkan kompos yang stabil dengan kandungan boron yang kurang dan profil pH neutral hingga sedikit alkali. Kepekatan boron tanah hendaklah dipantau dan dilarutkan jika boron mula terkumpul.

Kadar pemuatan akan jauh lebih tinggi untuk sungkupan alpukat dan anggur, tetapi pengaruh sungkupan pada kimia tanah akan menjadi lebih kurang kerana ia terletak di atas tanah. Tidak diketahui sejauh mana boron dalam sungkupan akan meresap ke dalam tanah di bawah atau sejauh mana akar alpukat yang tumbuh menjadi sungkupan akan terjejas.

Ketoksikan boron akibat penggunaan kompos agak jarang berlaku, bagaimanapun, dan kompos abu arang batu yang dikaji oleh Brinton et al. (2008) mungkin larut secara luar biasa (Frank Shields, komunikasi peribadi, 2009).

Klorida

Walaupun klorida adalah mikronutrien penting, ia boleh menjadi toksik pada kepekatan tinggi. Ketoksikan klorida biasanya berpunca daripada kepekatan tinggi dalam air pengairan digabungkan dengan larut lesap yang tidak mencukupi. Kultivar berkayu seperti anggur dan alpukat paling mudah terdedah kepada kerosakan. Tanaman herba seperti salad dan tomato tidak. Strawberi juga sensitif terhadap klorida. tanah

status biasanya dinilai daripada ekstrak tepu dan tidak mungkin untuk meramal dengan tepat pengaruh kompos klorida pada

Jadual 7. Had boron

guna	Had boron
Mulsa	ÿ 100 ppm
Pindaan tanah	ÿ 100 ppm

Jadual 8. Ambang ketoksikan klorida dan had yang dicadangkan (kurang lebih baik)

Potong	Ambang ketoksikan dalam ekstrak tepu	Had klorida
	meq/l	% berat kering
Avokado	5 – 7.5	ÿ 0.2
selada	Lihat ECe*	ÿ 1
tomato	Lihat ECe*	ÿ 1
Anggur	30 – 40	ÿ 1
Strawberi	5 – 7.5	ÿ 0.2

SUMBER: Ayers dan Westcott 1994; Hanson et al. 1993; Maas 1986.

Salad dan tomato tidak mengalami kerosakan khusus yang ketara daripada klorida.

Walaupun bagaimanapun, klorida menyumbang kepada kemasinan (EC).

kepekatan tanah. Had yang ditunjukkan dalam jadual 8 sebahagiannya diperoleh daripada ketersediaan pasaran, dan nilai yang lebih rendah adalah yang terbaik. Banyak faktor, termasuk pengurusan air dan keadaan tanah, mempengaruhi keadaan klorida. Penggunaan kompos mesti dipertimbangkan sebagai sebahagian daripada keseluruhan rancangan pengurusan garam.

natrium

Natrium yang berlebihan boleh membawa kepada masalah kesodisian dan fitotoksikan. Sodisiti ialah kecenderungan natrium untuk menyebarkan zarah tanah sehingga struktur tanah hilang. Ketoksikan natrium terhasil apabila tumbuhan mengambil natrium daripada tanah, dan bukannya nutrien lain yang diperlukan, mewujudkan ketidakseimbangan nutrisi.

Kompos disyorkan secara meluas untuk pemulihan tanah sodik atau masin tetapi kajian tentang pengaruh

kompos pada kesodisian dan kemasinan setakat ini adalah terhad (Pessarakli dan Szabolks 1999). Dengan air yang mencukupi, penggunaan kompos dalam tanah telah ditunjukkan sama ada untuk meninggalkan kesodisian tanah tidak berubah (Walker dan Bernal 2008) atau mengurangkan kesodisian tanah (Avnimelech et al. 1994; Wright et al. 2008).

Kompos menyumbang bahan organik kepada tanah yang membantu dalam pengagregatan zarah, membantu mengurangkan bahaya penambahan natrium sedikit sebanyak. Bahan organik kompos boleh meningkatkan kecekapan larut lesap untuk natrium dan garam lain. Kompos juga mengandungi ion kalsium dan magnesium, yang kehadirannya turut membantu mengimbangi kesan natrium ke atas struktur tanah (Amézqueta 1999; Bronick dan Lal 2005). Nisbah penyerapan natrium (SAR) tanah mencirikan keseimbangan antara natrium dan ion-ion lain ini dalam tanah, tetapi seseorang tidak boleh menentukan SAR untuk kompos dengan sendirinya, kerana ion diukur secara berbeza dalam kompos berbanding dalam tanah. Seperti halnya dengan kemasinan tanah, nilai SAR tanah ditentukan daripada ekstrak pes tepu.

Program STA tidak memerlukan makmal melaporkan natrium, walaupun kebanyakan makmal melakukannya. Ukuran kalsium dan magnesium, bagaimanapun, diperlukan. Jumlah ukuran biasanya dibentangkan, walaupun ukuran tersedia berdasarkan pengekstrakan kompos-ke-air 1:5 juga muncul.

Walaupun nilai SAR ditentukan untuk kompos, anggaran SAR untuk campuran tanah-kompos tidak boleh diramalkan dengan yakin; natrium, kalsium, dan magnesium dalam kompos berinteraksi dengan tanah selepas digabungkan, mengubah peredaran unsur-unsur ini yang terdapat dalam tanah berpinda yang terhasil.

Natrium juga boleh menjadi fitotoksik kepada tumbuhan berkayu seperti alpakat. Kerosakan pada mulanya mungkin terhad kepada sistem akar tetapi ia akan sampai ke daun pada masanya melainkan tahap natrium tanah dikurangkan (Maas 1986). Salad dan tomato sederhana mudah terdedah kepada kerosakan natrium, tetapi panduan pengurusan untuk tanaman ini adalah berdasarkan analisis tisu tumbuhan, bukan keadaan tanah (Ayers dan Westcott 1994). Kandungan natrium dalam tisu tumbuhan harus dipantau di mana natrium yang tinggi mungkin menjadi kebimbangan.

Kompos yang mengandungi lebih daripada 1 peratus natrium (jisim kering) dianggap agak tinggi dalam natrium, tetapi paras tersebut tidak tipikal. Risiko natrium diimbangi pada tahap tertentu dengan penambahbaikan dalam penyusupan dan larut lesap yang berkaitan dengan penggunaan kompos, dengan syarat air yang mencukupi digunakan. Keadaan tanah, kualiti air, lain-lain

pindaan, dan keputusan pengurusan akhirnya akan menentukan paras natrium tanah, tetapi apabila memilih kompos, nilai natrium yang lebih rendah lebih diutamakan.

Angka Indeks Ag yang muncul pada beberapa laporan analisis kompos menawarkan sedikit perlindungan terhadap kelebihan natrium dan klorida kolektif. Indeks Ag ditentukan sebagai jisim makronutrien kompos (gram jumlah N + P₂O₅ + K₂O) dibahagikan dengan jisim natrium kloridanya (gram Na + Cl). Nilai di bawah 2 dianggap lemah, manakala nilai di atas 10 dianggap cemerlang. Indeks Ag telah digunakan secara meluas dan kami menggalakkan pembeli kompos untuk mempertimbangkannya. Ia muncul pada banyak laporan STA dan harus digunakan bersama-sama dengan nilai EC dalam membuat keputusan pembelian.

Kekotoran Lengai buatan manusia

Kompos mungkin mengandungi kaca, plastik dan kekotoran lain. Plastik, khususnya, boleh mengotori tanah dan menyumbat sistem air. Tanah terdapat dalam kebanyakan kompos dan tidak dianggap sebagai bendasing.

Plastik tidak boleh kelihatan jelas dalam kompos yang berkualiti. Kekotoran plastik beratnya kurang daripada kaca atau logam dan pembeli harus menggunakan pertimbangan mereka sendiri untuk menilai sama ada plastik hadir dalam paras yang boleh diterima dalam produk kompos yang sedang dipertimbangkan.

Kedua-dua bahan cemar kaca dan plastik akan terkumpul di dalam tanah selepas penggunaan kompos berulang kali. Oleh itu produk yang mempunyai kandungan kekotoran yang lebih rendah diutamakan. Memandangkan kekotoran boleh dilihat, pembeli juga boleh memutuskan melalui pemeriksaan langsung perkara yang boleh diterima untuk tujuan tertentu.

Jadual 9. Had kekotoran lengai buatan manusia

guna	Lengai
Mulsa	≤ 0.5% berat kering
Pindaan tanah	≤ 0.5% berat kering

Taburan Saiz Zarah

Terdapat ruang untuk latitud yang besar dari segi taburan saiz zarah di mana kompos digunakan dalam pertanian. Walaupun saiz zarah kompos menyumbang kepada keberkesanan aplikasi kompos, ia biasanya bukan faktor penyebab kerosakan tanaman dengan sendirinya. Sungkupan harus mempunyai zarah yang lebih besar daripada yang terdapat dalam pindaan tanah.

Zarah-zarah besar yang dimasukkan ke dalam tanah boleh mengikat nutrien terlalu lama, manakala zarah-zarah kecil yang berlebihan dalam sungkupan boleh memperlambat pergerakan air ke dalam tanah dan juga membolehkan lebih banyak lagi pembangunan rumpai (Hartin dan Crohn 2007). Dalam aplikasi kawalan hakisan di mana sungkupan bertujuan untuk menggalakkan tumbuh-tumbuhan, zarah yang lebih kecil boleh berfungsi dengan baik (Crohn et al. 2013).

Keselamatan: Logam

Peraturan persekutuan mengawal penggunaan tanah biosolid, dan EPA menjalankan penilaian risiko yang meluas untuk menentukan kadar pemuatan bahan cemar untuk peraturan ini. Penilaian risiko mengandaikan bahawa biosolid akan digunakan pada kadar baja selama 100 tahun (US EPA 1993). California melanjutkan had tersebut kepada semua kompos dan mengekalkan had kromium (Chaney 2004).

Piawaian biopejal adalah berdasarkan biopejal tahunan yang diandaikan penggunaan 4.46 tan/ekar (10 Mg/ha) berat kering selama 100 tahun, atau jumlah kumulatif 446 tan/ekar (1,000 Mg/ha). Kadar pemuatan ini adalah serupa dengan kadar penggunaan sebenar yang dikaitkan dengan penggunaan kompos sebagai pindaan tanah, tetapi tidak digunakan secara langsung untuk kawasan di mana kompos digunakan sebagai sungkupan. Kadar penggunaan kumulatif 446 tan/ekar/abad sepadan dengan 13.3 inci (33.7 cm) kompos lembapan 50% dengan ketumpatan pukal lembap 1,000 lb/yd³ (593 kg/

Jadual 10. Had saiz zarah

guna	Ciri saiz
Pindaan tanah	<ul style="list-style-type: none"> • 95% melalui skrin 16 mm • 70% melalui skrin 9.5 mm
Mulsa untuk menyekat rumpai	<ul style="list-style-type: none"> • 99% melalui skrin 76 mm • 25% melalui skrin 9.5 mm
Sungkupan kawalan hakisan tumbuh-tumbuhan	<ul style="list-style-type: none"> • 99% melalui skrin 76 mm • 70% melalui skrin 16 mm

m³), atau, kira-kira, 13 aplikasi kompos 1 inci. Pelarasan nombor bagi logam untuk mengandaikan aplikasi sungkupan 1 inci pada selang 4 tahun selama 100 tahun akan mengurangkan had pengawalseliaan semasa dengan faktor 1.9 (Jadual 15). Ini bukan jadual permohonan yang tinggi untuk sungkupan. Jika sungkupan digunakan pada kadar yang lebih tinggi atau lebih kerap daripada setiap 4 tahun, had logam sungkupan lebih rendah daripada yang ditunjukkan dalam Jadual 11 perlu dipertimbangkan.

Keselamatan: Patogen

Peraturan negeri juga menggunakan peraturan biosolid persekutuan untuk semua kompos California. Had berangka dikuatkuasakan untuk koliform najis dan Salmonella sp. organisma penunjuk. Masa pemprosesan yang ketat, peraturan suhu dan keperluan penyimpanan rekod disertakan. Tiada bukti kukuh bahawa sesiapa telah menjadi sakit akibat penggunaan pengubahsuaian atau sungkupan organik yang dikompos dengan betul (NRC 2002). Walaupun patogen kadang-kadang ditemui dalam kompos, tidak jelas bahawa mereka bertahan dalam proses pengkomposan dalam apa-apa cara yang ketara. Pencemaran silang daripada peralatan adalah penjelasan yang mungkin untuk ujian patogen positif (Wichuk dan McCartney 2007).

Penggunaan organisma penunjuk adalah cara praktikal untuk meramalkan kemungkinan kehadiran patogen yang dihantar dalam bahan najis, sedangkan

Jadual 11. Kepekatan logam maksimum untuk kompos California

Logam membentuk	Had peraturan kompos	Had sungkupan yang setara
	ppm	ppm
Arsenik (As)	41	22
Kadmium (Cd)	39	21
Chromium (Cr)	1,200	630
Kuprum (Cu)	1,500	790
Plumbum (Pb)	300	160
Merkuri (Hg)	17	9
Nikel (Ni)	420	220
Selenium (Se)	36	19
Zink (Zn)	2,800	1,500

ujian langsung untuk semua kemungkinan patogen tidak dapat dilaksanakan secara ekonomi. Ujian langsung untuk beberapa patogen tertentu memang masuk akal, walau bagaimanapun, untuk tanaman yang biasanya dimakan tanpa dimasak. Salmonella telah ditemui pada tomato, item salad dan kacang beberapa kali dalam beberapa tahun kebelakangan ini, menyebabkan industri ini menelan kos berjuta-juta dolar dalam denda dan kehilangan produk. Persampelan yang lebih teliti untuk Salmonella serta ujian untuk bakteria E. coli O157:H7 yang berbahaya disyorkan untuk hasil segar yang ditanam berhampiran dengan tanah. Hasil hijau berdaun segar seperti salad, khususnya, mempunyai permukaan luar dengan celah dan celah yang boleh menampung patogen dan mengurangkan kecekapan mencuci (WPA 2013). Untuk memastikan pengumpulan sampel yang betul, kompos yang digunakan untuk strawberi dan salad hendaklah diambil sampel untuk analisis mengikut protokol program STA.

Kesimpulan

Program STA menyediakan maklumat yang boleh dipercayai tentang ciri-ciri kompos, tetapi disebabkan beberapa perbezaan dalam teknik pengukuran untuk tanah dan kompos, ukuran tersebut biasanya tidak dapat dibandingkan secara langsung. Walaupun kualiti kompos juga berubah dengan ketara apabila ia ditambah pada tanah, penerangan analitik kompos boleh menjadi sangat berguna dalam pemilihan dan penggunaan kompos sebagai pindaan tanah dan sungkupan untuk tanaman dan keadaan yang berbeza. Kalkulator hamparan berasaskan komputer tersedia untuk menganggar ECe campuran tanah-kompos. Kompos juga boleh berguna dalam media pasu, tetapi penggunaan sedemikian memerlukan dokumen panduan yang berasingan. Penanam harus mempertimbangkan langkah-langkah STA serta reputasi mana-mana kompos tempatan apabila memutuskan produk yang hendak dibeli dan digunakan. Sebaik sahaja kompos dimasukkan ke dalam tanah, penanam boleh menggunakan ujian tanah tradisional untuk mengukur kualiti tanah dan dokumen penambahbaikan atau perubahan lain pada tanah.

Jadual 12. Patogen

guna	Patogen
Semua	Koliform najis < 1,000 MPN setiap gram jumlah pepejal Salmonella sp. < 3 MPN setiap 4 gram jumlah pepejal
Hasil segar	Salmonella sp. < 1 MPN setiap 30 gram jumlah pepejal E. coli < 1 MPN setiap 30 gram jumlah pepejal

Rujukan

- Alexander, R. 2001. Panduan lapangan untuk penggunaan kompos. Bethesda, Maryland: Majlis Pengkomposan AS.
- Amézketa, E. 1999. Kestabilan agregat tanah: Kajian semula. *Jurnal Pertanian Lestari*. 14(2/3):83–151.
- Aslam, DN, dan JS VanderGheynst. 2008. Meramalkan fitotoksiti tanah yang dipinda kompos daripada ukuran kestabilan kompos. *Sains Kejuruteraan Alam Sekitar*. 25(1):72–81.
- Aslam, DN, JS VanderGheynst, dan TR Rumsey. 2008. Pembangunan model untuk meramalkan mineralisasi karbon dan fitotoksiti yang berkaitan dalam tanah yang dipinda kompos. *Teknologi Sumber Bio*. 99(18):8735–8741.
- Avnimelech, D., Y. Shkedy, M. Kochva, dan Y. Yotal. 1994. Penggunaan kompos untuk penambakan tanah masin dan beralkali. *Sains dan Penggunaan Kompos*. 2:6–11.
- Ayers, RS dan DW Westcott. 1994. Kualiti air untuk pertanian. Rom: Pertubuhan Makanan dan Pertanian.
- Bernal, MP, JA Albuquerque, dan R. Moral. 2009. Pengkomposan baja haiwan dan kriteria kimia untuk penilaian kematangan kompos. Satu ulasan. *Teknologi Sumber Bio*. 100(22):5444–5453.
- Brinton, WF, E. Evans, dan D. Blewett. 2008. Kebolehekstrak, hasil tumbuhan dan ambang ketoksikan untuk boron dalam kompos. *Sains dan Penggunaan Kompos*. 16(2):114–118.
- Britto, DT, dan HJ Kronzucker. 2002. NH₄⁺ ketoksikan dalam tumbuhan yang lebih tinggi: Kajian kritikal. *Jurnal Fisiologi Tumbuhan*. 159(6):567–584.
- Bronick, CJ, dan R. Lal. 2005. Struktur dan pengurusan tanah: A semakan. *Geoderma*. 124(1–2):3–22.
- Bruun, S., J. Luxhøi, J. Magid, A. de Neergaard, dan LS Jensen. 2006. Model mineralisasi nitrogen berdasarkan hubungan untuk mineralisasi kasar dan imobilisasi. *Biologi Tanah dan Biokimia*. 38(9):2712–2721.

- CCQC (California Compost Quality Council). 2001. Indeks kematangan kompos. Nevada City, California: Majlis Kualiti Kompos California.
- Chaney, RL 2004. Penggunaan dan penyalahgunaan keperluan bahagian 503: Penaksiran risiko yang lebih baik untuk bahan cemar dalam produk sampingan bukan biosolid (abstrak). Romeo, Michigan.
- Crohn, DM, VN Chaganti, dan N. Reddy. 2013. Kompos sebagai rawatan kawalan hakisan selepas kebakaran dan kesannya terhadap kualiti air larian. *Transaksi ASABE*. 56(2): Dalam akhbar.
- De Wever, H., S. Mussen, dan R. Merckx. 2002. Dinamik pengeluaran gas surih berikutan kompos dan NO₃⁻ pindaan kepada tanah pada nisbah TOC/NO₃⁻ permulaan yang berbeza. *Biologi Tanah dan Biokimia*. 34(11):1583–1591.
- Hanson, B., SR Grattan, dan A. Fulton. 1993. Kemasinan dan saliran pertanian. Davis, California: Sambungan Koperasi, Jabatan Tanah, Udara dan Sumber Air.
- Hartin, J., dan D. Crohn. 2007. Penggunaan kompos untuk landskap dan peningkatan alam sekitar. Sacramento: Lembaga Pengurusan Sisa Bersepadu California.
- Leege, PB 1998. Pengenalan kaedah ujian untuk pemeriksaan pengkomposan dan kompos. Dalam SL Brown, JS Angle, dan LW Jacobs (eds.), *Penggunaan bersama hasil sampingan pertanian, perbandaran dan perindustrian yang bermanfaat*. Belanda: Springer. Pp. 269–282.
- Maas, EV 1986. Toleransi garam tumbuhan. Dalam BR Christie (ed.), *Buku Panduan sains tumbuhan dalam pertanian*. Boca Raton, Florida: CRC Press. Pp. 57–76.
- Näsholm, T., Kielland, K., dan Ganeteg, U. 2009. Pengambilan nitrogen organik oleh tumbuhan. *Pakar Fitologi Baru*. 182(1):31-48.
- NRC. 2002. Biosolid digunakan untuk tanah. Majlis Penyelidikan Kebangsaan. Washington, DC: National Academies Press.
- Paul, EA 2007. Mikrobiologi tanah, ekologi dan biokimia. ed ketiga. Burlington, Massachussets: Academic Press.
- Pessarakli, M., dan I. Szabolcs. 1999. Kemasinan tanah dan kesodisian sebagai faktor tekanan tumbuhan/tanaman tertentu. Dalam M. Pessarakli (ed.), *Buku Panduan tekanan tumbuhan dan tanah*. New York: Marcel Dekker, Inc. Pp. 1–15.
- Purves, D., dan EJ Mackenzie. 1974. Fitotoksiti akibat boron dalam kompos perbandaran. *Tumbuhan dan Tanah*. 40(1):231–235.
- Reddy, N., dan DM Crohn. 2012. Kemasinan tanah akibat kompos: Kaedah ramalan baharu dan kesannya terhadap pertumbuhan tumbuhan. *Sains dan Penggunaan Kompos*. 20(3):133–140.
- Ryan, JA, dan RL Chaney. 1994. Logam berat dan bahan pencemar organik toksik dalam kompos msw: Hasil penyelidikan tentang ketersediaan fito, bioavailabiliti, nasib, dsb. PB-94-155348/XAB; EPA--600/A-94/030 Amerika Syarikat Selasa 12 Feb 17:54:11 EST 2008NTISGRA; GRA-94-32871; EDB-94-090795 Bahasa Inggeris.
- Rynk, R., M. Van de Kamp, GB Willson, ME Singley, TL Richard, JJ Kolega, FR Gouin, L. Laliberty, D. Kay, DW Murphy, HAJ Hoitink, dan WF Brinton. 1992. *Buku panduan pengkomposan di ladang*. NRAES-54. Ithaca, New York: Perkhidmatan Kejuruteraan Pertanian Wilayah Timur Laut.
- Shannon, MC dan CM Grieve. 1998. Toleransi tanaman sayuran terhadap kemasinan. *Scientia Horticulturae*. 78(1–4):5–38.
- Sikora, LJ, dan NK Enkiri. 2005. Perbandingan fosforus pengambilan daripada kompos sampah ayam dengan superfosfat tiga kali ganda dalam tanah kodorus. *Jurnal Agronomi*. 97(3):668–673.
- Thompson, WH, PB Leege, PD Millner, dan ME Watson. 2002. TMECC: Kaedah ujian untuk pemeriksaan pengkomposan dan kompos. Washington, DC: Yayasan Penyelidikan dan Pendidikan Majlis Pengkomposan AS dan Jabatan Pertanian Amerika Syarikat.
- USEPA. 1993. 40 CFR Bahagian 503: Piawai untuk penggunaan pelupusan enap cemar kumbahan; peraturan akhir. Agensi Perlindungan Alam Sekitar. Daftar Persekutuan. 58(32):9248–9415.
- Van Horn, M. 1995. Pengeluaran dan penggunaan kompos: Panduan penanam. No. 21514. Richmond, California: UC ANR Publications.

- Walker, DJ dan MP Bernal. 2008. Kesan sisa kilang zaitun kompos dan baja ayam mengenai ketersediaan dan pengambilan nutrien tumbuhan dalam tanah yang sangat masin. *Teknologi Sumber Bio*. 99(2):396–403.
- WGA. 2013. Garis panduan keselamatan makanan khusus komoditi, 2 Ogos 2013. Irvine, California: Persatuan Penanam Barat. www.caleafygreens.ca.gov/sites/default/files/California%20LGMA%20metrik%2008%2026%2013%20%20Akhir.pdf.
- Wichuk, KM dan D. McCartney. 2007. Kajian semula keberkesanan peraturan suhu masa semasa mengenai ketidakaktifan patogen semasa pengkomposan. *Jurnal Kejuruteraan dan Sains Alam Sekitar*. 6(5):573–586.

Untuk maklumat lanjut

Untuk memesan atau mendapatkan penerbitan ANR dan produk lain, lawati katalog dalam talian Perkhidmatan Komunikasi ANR di <http://anrcatalog.ucanr.edu/> atau telefon 1-800-994-8849. Anda juga boleh membuat pesanan melalui pos atau FAKS, atau meminta katalog bercetak produk kami daripada

Universiti California
Pertanian dan Sumber Asli
Perkhidmatan Komunikasi
1301 S. 46th Street
Bangunan 478 ÿ MC 3580
Richmond, CA 94804-4600

Telefon 1-800-994-8849, 510-665-2195
FAKS 510-665-3427

E-mel: anrcatalog@ucanr.edu

©2016 The Regents of the University of California. Kerja ini dilesenkan di bawah Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 License International. Untuk melihat a

salinan lesen ini, lawati <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/> atau hantar surat kepada Creative Commons, Peti Surat 1866, Mountain View, CA 94042, Amerika Syarikat.

Penerbitan 8514
ISBN-13: 978-1-60107-892-6

Universiti California, Bahagian Pertanian dan Sumber Asli (UC ANR) melarang diskriminasi atau gangguan terhadap mana-mana orang dalam mana-mana program atau aktiviti atas dasar bangsa, warna kulit, asal negara, agama, jantina, jantina, ekspresi jantina, identiti jantina, kehamilan (termasuk kehamilan, bersalin dan keadaan perubatan yang berkaitan dengan kehamilan atau melahirkan anak), ketidakupayaan fizikal atau mental, keadaan perubatan (berkaitan kanser atau ciri genetik), maklumat genetik (termasuk sejarah perubatan keluarga), keturunan, status perkahwinan, umur, orientasi seksual, kewarganegaraan, status sebagai veteran atau perkhidmatan yang dilindungi dalam perkhidmatan beruniform (seperti yang ditakrifkan oleh Akta Pekerjaan dan Hak Pekerjaan Semula Perkhidmatan Beruniform 1994 [USERRA]), serta perkhidmatan tentera dan tentera laut negeri.

- Wright, AL, TL Provin, FM Hons, DA Zuberer dan RH putih. 2008. Kesan kompos terhadap kesodisian dan kemasinan dalam tanah rumput turf loam berpasir. *Sains dan Penggunaan Kompos*. 16(1):30–35.

- Yermiyahu, U., R. Keren, dan Y. Chen. 2001. Kesan bahan organik terkompos ke atas pengambilan boron oleh tumbuhan. *Jurnal Persatuan Sains Tanah Amerika*. 65(5):1436–1441.

- Zmora-Nahum, S., M. Danon, Y. Hadar, dan Y. Chen. 2008. Pengawetan kompos mengurangkan penindasan penyakit tumbuhan. *Sains dan Penggunaan Kompos*. 16(4):250–256.

Dasar UC ANR melarang tindakan balas terhadap mana-mana pekerja atau orang dalam mana-mana program atau aktiviti kerana membawa aduan diskriminasi atau gangguan. Dasar UC ANR juga melarang tindakan balas terhadap seseorang yang membantu seseorang dengan aduan diskriminasi atau gangguan, atau mengambil bahagian dalam sebarang cara dalam penyiasatan atau penyelesaian aduan diskriminasi atau gangguan. Tindakan balas termasuk ugutan, ugutan, balasan dan/atau tindakan buruk yang berkaitan dengan mana-mana program atau aktiviti.

UC ANR ialah Majikan Peluang Sama/Afirmatif. Semua pemohon yang layak akan menerima pertimbangan untuk pekerjaan dan/atau penyertaan dalam mana-mana program atau aktiviti tanpa mengira bangsa, warna kulit, agama, jantina, asal negara, hilang upaya, umur atau status veteran yang dilindungi.

Dasar universiti bertujuan untuk selaras dengan peruntukan undang-undang Negeri dan Persekutuan yang terpakai.

Pertanyaan mengenai dasar peluang pekerjaan sama rata Universiti boleh ditujukan kepada: John Sims, Affirmative Action Contact and Title IX Officer, University of California, Agriculture and Natural Resources, 2801 Second Street, Davis, CA 95618, (530) 750-1397.

E-mel: jsims@ucanr.edu. Laman web: http://ucanr.edu/sites/anrstaff/Diversity/Affirmative_Action/.

Untuk memudahkan maklumat, nama dagangan produk telah digunakan. Tiada pengendorsan produk yang dinamakan atau digambarkan bertujuan, begitu juga kritikan yang tersirat terhadap produk serupa yang tidak disebut atau digambarkan.

Salinan elektronik penerbitan ini boleh didapati di laman web katalog Perkhidmatan Komunikasi ANR, <http://anrcatalog.ucanr.edu/>.



Penerbitan ini telah disemak rakan sebaya secara awanama untuk ketepatan teknikal oleh saintis Universiti California dan profesional berkelayakan lain. Proses semakan ini diuruskan oleh Editor Bersekutu ANR untuk Agronomi dan Sains Julat.