

PUPUK ORGANIK KOMPOS

Penulis :

Sakiah

Aremi Evanta Tarigan

Dafni Mawar Tarigan

Tonny Nadeak

Rama R Sitinjak



PUPUK ORGANIK KOMPOS

Penulis

Sakiah,
Aremi Evanta Tarigan,
Dafni Mawar Tarigan,
Tonny Nadeak,
Rama R Sitingjak

Editor

Bayu Pratomo

Penerbit

UNPRI PRESS

ISBN: 978-623-7911-91-3

Redaksi

Jl. Sampul, Medan

Hak Cipta dilindungi Undang-Undang
Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam
bentuk dan dengan cara apapun tanpa ijin dari penerbit

Kata Pengantar

Puji syukur kepada Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa tak henti-hentinya penulis panjatkan, berkat Rahmat dan Kasih-Nya sehingga Buku Ajar berjudul Pupuk Organik Kompos ini dapat terselesaikan pada waktunya.

Pupuk organik dapat diciptakan melalui pengelolaan potensi lokal. Keterbatasan pengetahuan, modal usaha, peralatan serta tata niaga yang dimiliki petani dapat teratasi melalui sinergi dan kolaborasi dari berbagai unsur. Buku Ajar ini membahas pupuk organik kompos. Sejatinya, pupuk organik kompos sebagai salah satu *agro input* pertanian yang sangat potensial dalam mendukung pertanian berkelanjutan, lebih jauh lagi dalam mendukung *Sustainable Development Goals (SDGs)* di Indonesia. Potensi lokal di wilayah sentra pertanian berupa limbah panen, pupuk kandang dan kelimpahan mikroorganisme tanah sebagai sumber pupuk organik yang peran dan fungsinya akan mensubstitusi bahan tanah yang terangkut melalui panen maupun akibat tercurai oleh air hujan. Disisi lain, implementasi ekonomi sirkular melalui pemanfaatan limbah pertanian yang bijaksana

dalam jangka waktu panjang turut menekan efek gas rumah kaca sebagai penyebab pemanasan global.

Buku Ajar ini salah satu luaran Program Matching Fund Tahun 2022, sebagai ketua pengusul Universitas Prima Indonesia, anggota pengusul Institut Teknologi Sawit Indonesia dan Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dan sebagai mitra DUDI Kelompok Tani Bukit Rumah Sendi Kabupaten Karo. Terima kasih yang sebesar-besarnya Penulis sampaikan kepada semua pihak yang telah mendukung terwujudnya Buku Ajar ini, semoga Buku Ajar ini memperkaya pengetahuan dan meningkatkan *ecological intelligent* para pembaca.

Penulis

Medan, Desember 2022

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
1. PENDAHULUAN	1
2. TANAH SEBAGAI MEDIA TUMBUH TANAMAN	7
2.1 Air.....	10
2.2 Udara	13
2.3 Bahan organik	13
2.4 Bahan Mineral	19
3. PUPUK ORGANIK	
3.1 Definisi Pupuk Organik	20
3.2 Jenis dan Sumber Pupuk Organik	21
4. PRINSIP PROSES PENGOMPOSAN.....	23
4.1 Pengomposan Aerob	24
4.2 Pengomposan Anaerob	25
4.3 Syarat-syarat Pembuatan Kompos	26
4.4 Metode Pengomposan.....	33
4.5 Standar Kualitas Kompos	37
5. ANEKA KOMPOS BERDASARKAN BAHAN BAKU.....	40
5.1 Kompos dari Kotoran Hewan.....	40
5.2 Kompos dari Hijauan Leguminous Cover Crops	44
5.3 Kompos dari Azolla.....	49

5.4	Kompos dari Biomassa Jagung	51
5.5	Kompos dari Tandan Kosong Kelapa Sawit.....	53
6.	PENUTUP	57
	DAFTAR PUSTAKA	60

DAFTAR TABEL

	Hal
Tabel 1. Kadar bahan organik tanah pada kedalaman 0-40 cm...15	
Tabel 2. Standar Kualitas Kompos berdasarkan SNI.....38	
Tabel 3. Persyaratan Teknis Minimal Pupuk Organik Padat (Kepmentan 2019).....39	
Tabel 4. Kadar hara kotoran hewan sebelum dan sesudah dikomposkan44	
Tabel 5. Kandungan hara beberapa pupuk kandang 44	
Tabel 6. Karakteristik Kompos <i>M bracteate</i> dengan TKKS 48	
Tabel 7. Karakteristik Kompos Biomassa Jagung53	

DAFTAR GAMBAR

	Hal
Gambar 1. Tujuan Pemupukan	3
Gambar 2. Kompos TKKS.....	26
Gambar 3. Mesin chopper blender pembuatan kompos.....	28
Gambar 4. Pencampuran bahan kompos dari limbah panen jagung, pelelah salak dan kotoran kambing	29
Gambar 5. <i>Azolla sp</i>	51

1

PENDAHULUAN

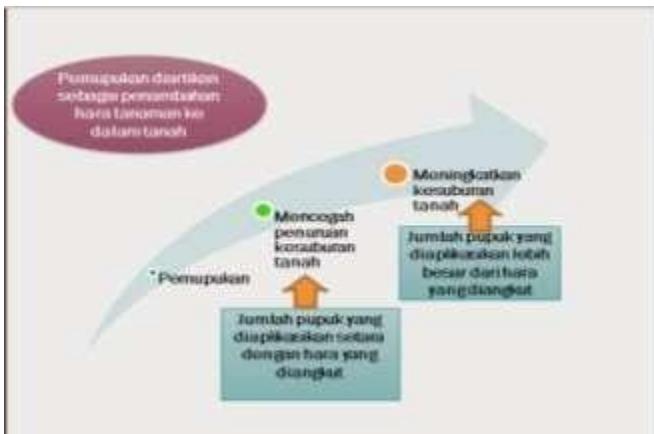
Indonesia sejak dahulu kala dikenal sebagai negara agraris, tanahnya yang subur serta beriklim tropis sangat mendukung dalam pengembangan komoditas pertanian. Beberapa hasil penelitian mengindikasikan bahwa saat ini sebahagian besar lahan pertanian telah mengalami penurunan produktivitas, disisi lain potensi alam Indonesia sangat melimpah namun belum termanfaatkan dengan baik.

Tanah sebagai media tumbuh tanaman, tanaman tumbuh dan berkembang hingga sampai pada masa produksi tidak terlepas dari peran unsur hara sebagai nutrisi bagi tanaman. Unsur hara ditemukan di dalam tanah dan atmosfer dalam bentuk tersedia dan tidak tersedia. Tanah terbentuk dari batuan yang telah mengalami

proses pelapukan yang dikenal dengan tanah mineral. Iklim, organisme, topografi dan waktu turut mempengaruhi sifat-sifat tanah yang dihasilkan. Pada dasarnya, tanah mengandung berbagai unsur hara yang dibutuhkan tanaman. Namun, jika penggunaan lahan dilakukan terus menerus dan tanpa dibarengi dengan input yang memadai, hara yang berada di dalam tanah lama kelamaan akan terkuras akibat ikut terangkut bersama panen. Selain itu, hara dalam tanah tercuci terikut bersama air hujan, sebahagian terfiksasi dan terimmobilisasi. Jika tidak disikapi dengan bijaksana maka lahan pertanian di Indonesia akan terus mengalami penurunan kualitas. Upaya yang dapat dilakukan untuk mengembalikan hara ke dalam tanah yaitu melalui pemupukan.

Pemupukan bertujuan untuk mencegah terjadinya penurunan kesuburan tanah serta menjaga serta meningkatkan kesuburan tanah. Pada langkah ini, jumlah pupuk yang diberikan minimal menggantikan hara yang terangkut bersama panen. Namun

sebaiknya pemupukan dilakukan sebagai upaya meningkatkan kesuburan tanah. Jika hal ini menjadi sasaran pemupukan, maka jumlah pupuk yang diberikan idealnya lebih besar dari hara yang terangkut. Makna pemupukan ini semestinya difahami para pelaku pertanian khususnya sebagai pelaku *on farm* guna mengantisipasi penurunan kesuburan tanah.



Gambar 1. Tujuan Pemupukan

Kata-kata bijak "apa yang kita semai, itu yang kita tuai" menjadi analogi yang tepat dalam praktik budidaya pertanian.

Mengharapkan hasil panen yang besar dari input yang rendah hanyalah isapan jempol, namun mengharapkan hasil panen yang optimal dari input yang memadai lebih logis, mengingat tanaman adalah makhluk hidup yang membutuhkan lingkungan yang sesuai dengan karakteristiknya. Agro input yang ramah lingkungan sebuah opsi yang perlu diketahui petani agar tercipta pertanian yang berkelanjutan. Bahwa tanah merupakan benda mati, namun didalam tanah, jutaan bahkan miliaran mikroorganisme ditemukan yang perannya sangat penting dalam siklus hidup di alam ini. Masih sering dijumpai, petani bahkan masyarakat yang belum memahami keberadaan serta peran bahan organik dan mikroorganisme dalam tanah. Akibat keterbatasan pengetahuan, persepsi bahwa mengandalkan pupuk anorganik atau lebih dikenal dikalangan petani pupuk kimia atau pupuk sintetis, padahal, mengkombinasikan pupuk anorganik dan pupuk organik dapat mereduksi dosis pupuk anorganik itu sendiri, Sejalan dengan hal tersebut, pemupukan

lebih efektif, lebih efisien dan lingkungan serta hasil pertanian yang lebih sehat.

Di dalam tanah, idealnya mengandung bahan organik sebesar 5 % mineral 45 %, udara 20-30% dan air 20-30% (Hardjowigeno, 1987). Berbagai faktor dapat mengubah komposisi pengisi tanah, sebagai contoh curah hujan. Di wilayah tropis seperti Indonesia memiliki curah hujan yang tinggi, hal ini berpotensi tingginya pengikisan maupun pencucian bahan-bahan tanah. Bahan organik berada pada lapisan teratas tanah, jika curah hujan tinggi merata sepanjang tahun dan tanah tidak tertutupi vegetasi ataupun mulsa, maka penipisan lapisan atas tanah yang merupakan lapisan bahan organik tanah akan cepat terkikis.

Bahan organik tanah sebagai salah satu kunci kesehatan tanah perlu diperhatikan komposisinya agar tetap ideal. Manfaat bahan

organik, sumber bahan organik serta pengelolaannya dibahas dalam buku ini pada bab selanjutnya.



TANAH SEBAGAI MEDIA TUMBUH TANAMAN

Kata “tanah” sebagaimana kata umum lainnya dapat memiliki arti yang berbeda-beda. Dinyatakan dalam Buku Kunci Taksonomi Tanah bahwa tanah adalah medium alami bagi pertumbuhan tanaman daratan, dengan tidak memperhitungkan bahwa tanah tersebut memiliki lapisan atau tidak. Tanah adalah benda alam yang tersusun dari padatan (bahan mineral dan bahan organik), cairan dan gas, yang menempati permukaan daratan, menempati ruang, dan dicirikan oleh horizon-horizon, atau lapisan-lapisan, yang dapat dibedakan dari bahan asalnya sebagai wujud proses penambahan, kehilangan, pemindahan (translokasi), dan transformasi energi dan bahan, atau berkemampuan mendukung tanaman berakar di dalam suatu lingkungan alami.

Dalam kehidupan sehari-hari, tanah diartikan sebagai wilayah darat yang mana di atasnya dapat digunakan sebagai tempat usaha, misalnya pertanian, peternakan, mendirikan bangunan dan lain-lain. Dalam pertanian, tanah diartikan sebagai media pertumbuhan tanaman darat. Tanah berasal dari hasil pelapukan batuan bercampur dengan sisa-sisa bahan organik dari organisme (tumbuhan dan atau hewan) yang hidup di atasnya atau di dalamnya. Selain itu, di dalam tanah terdapat udara dan air.

Telah diutarakan bahwa tanah tersusun dari bahan mineral, bahan organik, air dan udara. Bahan penyusun tanah tersebut akan berbeda pada setiap jenis tanah karena tanah terbentuk dipengaruhi oleh jenis bahan induk tanah itu sendiri, lingkungan pembentuknya serta waktu.

Sifat-sifat tanah dapat dikatakan mempunyai sifat yang temporer, pada waktu dan kondisi yang berbeda baik dalam waktu pendek

maupun waktu yang panjang, sifat-sifat tanah dapat berubah sesuai lingkungannya. Misalnya, pH tanah yang berada pada tepian pantai. Dalam kondisi pasang, pH tanah menjadi basa dan setelah surut dan terjadi hujan, pH tanah menurun dan dapat mendekati netral. Tanah dapat berselang-seling menjadi hangat dan dingin atau menjadi kering dan lembab. Disinilah faktor iklim sangat berperan dalam membentuk sifat-sifat tanah. Suhu tanah misalnya pada siang hari tentu berbeda dengan suhu tanah pada malam hari karena pengaruh dari intensitas cahaya matahari yang mempengaruhi suhu udara dan suhu tanah. Aktivitas biota tanah menurun bahkan dapat berhenti saat tanah berubah menjadi terlampau dingin atau terlampau kering. Serasah yang berasal dari vegetasi di atasnya turut mempengaruhi jumlah dan jenis organisme di dalam tanah, tersedianya bahan makanan berupa bahan organik sebagai suatu bentuk dukungan lingkungan terhadap keberadaan organisme tanah.

Gambaran ini mengartikan bahwa tanah bukan benda statis namun bersifat dinamis. Meskipun tanah sebagai benda mati, dengan adanya faktor lingkungan yang aktif mempengaruhi tanah, sifat-sifat tanah dalam waktu singkat atau lambat akan berubah (USDA, 2016).

2.1 Air

Tanaman memperoleh air dari dalam tanah, air terdapat dalam tanah karena ditahan oleh partikel tanah. Jika partikel tanah didominasi oleh pasir, air akan mudah masuk melalui pori-pori tanah dan turun bersama gravitasi. Partikel tanah berukuran halus lebih kuat menahan air karena permukaannya lebih luas. Dari ketiga partikel tanah (pasir, debu dan liat), liat memiliki ukuran paling kecil dengan diameter $<2\mu$.

Air merupakan fungsi vital bagi tanaman, baik kekurangan maupun kelebihan air dapat mengganggu pertumbuhan tanaman. Partikel

air dan tanah dapat saling berikatan dengan adanya gaya adhesi dan kohesi. Pada kondisi tanah kering udara, air terikat kuat oleh tanah, sedangkan pada kondisi tanah kapasitas lapang, gaya kohesi yang berperan sehingga terbentuk ikatan antara air dengan air.

Air sebagai salah satu unsur yang sangat penting bagi tumbuhan-tumbuhan, air dapat berfungsi sebagai :

- a. Unsur hara tanaman ; air tersusun atas dua atom Hidrogen dan satu atom Oksigen. Hidrogen dan Oksigen merupakan unsur hara makro bagi tanaman. Persenyawaan Hidrogen dan Oksigen membentuk H_2O , Tanaman menyerap H_2O dan CO_2 , dari hasil proses fotosintesis maka terbentuklah gula dan karbohidrat.
- b. Pelarut unsur hara; unsur hara dapat diserap tanaman jika ada pelarut, dalam hal ini adalah air. Peran air dalam mekanisme penyerapan unsur hara sangat penting. dua

mekanisme serapan hara yang berkaitan dengan ketersediaan air dalam tanah yaitu mekanisme difusi dan mekanisme aliran massa.

- c. Air sebagai bagian dari penyusun jaringan tanaman. Air di dalam tanaman berkisar 70-90%, tergantung pada jenis dan umur tanaman.

Mengingat pentingnya peran air bagi tanaman, perlu diperhatikan ketersediaan air di dalam tanah. Ketersediaan air di dalam tanah tergantung pada :

- a. Curah hujan yang turun pada suatu wilayah
- b. Kemampuan tanah menahan air (water holding capacity)
- c. Jumlah evaporasi dan transpirasi (evapotranspirasi)
- d. Tinggi muka air tanah

2.2 Udara

Tanah memiliki pori-pori, idealnya pori tanah diisi oleh air dan udara. Banyaknya pori-pori dalam tanah kurang lebih 50% dari volume tanah. Tanah tergenang air menandakan pori-pori seluruhnya terisi oleh air, namun pada tanah lembab atau kering, sebahagian pori terisi oleh udara. Udara didalam tanah berbeda susunannya dengan udara di atmosfer.

- a. Kandungan uap air dalam tanah lebih tinggi,
- b. Kandungan CO₂ dalam tanah lebih besar daripada atmosfer
- c. Kandungan O₂ dalam tanah lebih kecil daripada atmosfer

2.3 Bahan organik

Bahan organik umumnya ditemukan pada permukaan tanah, berwarna hitam hingga coklat kehitaman. Bahan organik tanah berasal dari sisa tumbuhan maupun hewan yang telah mati,

mengalami dekomposisi oleh bantuan organisme berukuran makro, meso maupun mikro. Bahan organik meskipun komposisinya lebih kecil dari bahan penyusun tanah lainnya, memiliki peran yang sangat penting bagi keberlangsungan kehidupan dalam tanah. Umumnya semakin dalam tanah, kadar bahan organik semakin rendah. Sebuah hasil penelitian yang menunjukkan kadar bahan organik tanah pada lapisan top soil dan sub soil berangsur-angsur menurun atau semakin rendah.

Tabel 1. Kadar bahan organik tanah pada kedalaman 0-40 cm

Kedalaman Tanah (cm)	Kadar bahan organik	
	Tanpa aplikasi LCPKS (%)	Aplikasi LCPKS (%)
0-10	5,36	7,96
10-20	4,57	7,50
20-30	3,78	6,32
30-40	3,28	5,61

Sumber : Sakiah, Dibisono and Irawan (2018).

Bahan organik tanah sangat besar artinya dalam mempertahankan kelangsungan hidup biota tanah maupun tanaman. Bahan organik tanah berperan sebagai berikut :

Sifat Fisik Tanah.

- Meningkatkan kemampuan menahan air. Bahan organik berupa humus memiliki kemampuan menahan air lebih

besar daripada liat, hal ini karena humus memiliki permukaan lebih luas.

- Merangsang granulasi butir-butir tanah, bahan organik bersifat *cementing agent*. Bahan organik memberi efek porous pada tanah berstruktur kasar sehingga tanah menjadi lebih remah. Pada tanah berstruktur lepas, bahan organik dapat merekatkan butir-butir tanah sehingga struktur tanah menjadi lebih mantap dan tahan terhadap pukulan hujan.
- Menurunkan plastisitas, kohesi dan sifat buruk liat. Liat bersifat sangat lekat pada saat basah, namun sangat keras pada saat kering. Hal ini menyebabkan tanah sulit diolah, karena tanah lengket pada alat tanah yang digunakan. Untuk mengurangi plastisitas tanah dapat diatasi dengan memberikan bahan organik kedalam tanah.

Sifat Kimia tanah

- Meningkatkan kemampuan tanah mempertukarkan kation (KTK)
- Meningkatkan jumlah kation (K, Na, Ca, Mg) yang dapat dipertukarkan
- Melarutkan unsur hara oleh asam humat, asam fulfat dan asam organik lainnya (Taisa *et al.*, 2021)

Sifat Biologi Tanah

- Meningkatkan jumlah organisme tanah. Organisme tanah terdiri atas fauna dan mikroorganisme tanah, mikroorganisme tanah memegang peranan penting dalam kelangsungan tumbuhan di atasnya, sebaliknya organisme tanah sangat bergantung pada vegetasi di atasnya.
- Meningkatkan kegiatan dekomposisi bahan organik. Organisme tanah berperan dalam dekomposisi bahan

organik, distribusi dan pencampuran bahan organik, serta menjadi musuh bagi pathogen yang menyerang tanaman. Tanaman berperan dalam menyediakan makanan bagi organisme tanah, baik dalam bentuk serasah maupun eksudat akar. Tersedianya makanan bagi organisme tanah serta lingkungan yang sesuai dapat mempertahankan stabilitas kehidupan didalam tanah (Widyati, 2013)

Jika kandungan bahan organik tanah cenderung menurun, beberapa bahan organik ini dapat diberikan kedalam tanah :

- Limbah panen seperti Jerami padi, jerami kedelai, jagung, bagas tebu, sekam padi, tandan kosong kelapa sawit, pangkasan LCC dan sisa panen lainnya
- Kotoran ternak yang berasal dari kotoran sapi, kambing, unggas, kelinci dan kotoran hewan herbivora lainnya.

- Serasah yang berasal dari vegetasi di atasnya seperti serasah leguminose cover crop, serasah hutan, serasah tanaman kopi, kakao, karet, serta tanaman lainnya.

24 Bahan Mineral

Bahan mineral dalam tanah berasal dari pelapukan batuan yang terdapat di alam dengan berbagai jenis dan komposisi penyusunnya. Oleh karena itu, mineral yang terbentuk juga akan berbeda-beda, sesuai dengan batuan pembentuknya. Misalnya mineral kalsit akan membentuk tanah yang kaya akan unsur Ca, mineral dolomit kaya akan Ca dan Mg, mineral apatit kaya akan P sedangkan mineral amphibole kaya akan Ca, Mg, Fe dan Na. Berdasarkan mineral pembentuknya akan mempengaruhi sifat fisik dan kimia tanahnya, dengan demikian performa tanaman yang hidup di atasnya juga akan berbeda.

PUPUK ORGANIK

3.1 Definisi Pupuk Organik

Pupuk organik didefinisikan dalam Peraturan Menteri Pertanian Republik Indonesia Nomor 28/Permentan/SR.130/5/2009 Tahun 2009 dan Peraturan Menteri Pertanian Nomor 70/Permentan/SR.140.10/2011, Pupuk organik adalah pupuk yang berasal dari sisa tanaman dan/atau kotoran hewan yang telah melalui proses rekayasa, berbentuk padat atau cair dan dapat diperkaya dengan bahan mineral alami dan/atau mikroba yang bermanfaat memperkaya hara, bahan organik tanah, dan memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Definisi ini menunjukkan bahwa pupuk organik lebih ditujukan kepada kandungan C-organik atau bahan organik daripada kadar haranya ;

kandungan bahan organik (nilai C-organik) sebagai pembeda terhadap pupuk anorganik.

3.2 Jenis dan Sumber Pupuk Organik

Pupuk organik dapat berupa kompos, pupuk hijau, dan pupuk kandang. Bahan utama pupuk organik dapat bersumber dari sisa tanaman, dari bahan tersebut umumnya lebih sedikit mengandung bahan berbahaya. Namun jika menggunakan pupuk kandang, limbah industri dan limbah kota sebagai bahan dasar pupuk organik perlu diperhatikan karena cukup mengkhawatirkan akan adanya bahan berbahaya seperti logam berat dan asam-asam organik yang dapat mencemari lingkungan. Sehingga perlu lebih selektif dalam memanfaatkan limbah sebagai sumber pembuatan pupuk organik (Setyorini, Saraswati and Anwar, 2012).

Sisa tanaman memiliki kandungan hara yang cukup tinggi dan bermanfaat sebagai sumber energi utama mikroorganisme di

dalam tanah. Hara dalam tanaman dapat dimanfaatkan setelah mengalami dekomposisi, kandungan hara pun bervariasi tergantung pada jenis bahan tanaman.

Kotoran hewan yang berasal dari usaha peternakan ayam, sapi, kerbau, kuda, kambing dan sebagainya menjadi bahan baku pupuk organik, komposisi hara masing-masing kotoran hewan tergantung pada jumlah dan jenis makanan serta umur hewan ternak.

Sampah pasar berupa buah-buahan dan sayur-sayuran volumenya cukup besar untuk dimanfaatkan sebagai pupuk organik. Melalui proses pengomposan, dengan memanfaatkan teknologi yang ada diharapkan dapat membuka peluang usaha bagi masyarakat dan pemanfaatannya pada lahan pertanian dapat meningkatkan kualitas lahan.

4

PRINSIP PROSES PENGOMPOSAN

Bahan organik tidak dapat digunakan secara langsung oleh tanaman karena perbandingan kandungan C/N dalam bahan tersebut tidak sesuai dengan C/N tanah. Rasio C/N merupakan perbandingan antara karbon (C) dan nitrogen (N). Rasio C/N tanah berkisar antara 10-12. Apabila bahan organik mempunyai rasio C/N mendekati atau sama dengan rasio C/N tanah, maka bahan tersebut dapat digunakan tanaman. Namun pada umumnya bahan organik segar mempunyai rasio C/N tinggi.

Prinsip pengomposan adalah untuk menurunkan rasio C/N bahan organik hingga sama dengan C/N tanah (<20). Semakin tinggi rasio C/N bahan organik maka proses pengomposan atau perombakan

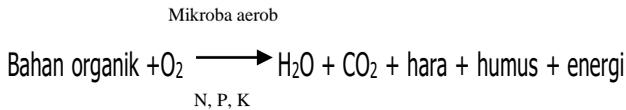
bahan semakin lama. Waktu yang dibutuhkan bervariasi dari satu bulan hingga beberapa tahun tergantung bahan dasar.

Proses perombakan bahan organik terjadi secara biofisiko-kimia, melibatkan aktivitas biologi mikroba dan mesofauna. Secara alami proses peruraian tersebut bisa dalam keadaan aerob (dengan O₂) maupun anaerob (tanpa O₂).

4.1 Pengomposan aerob

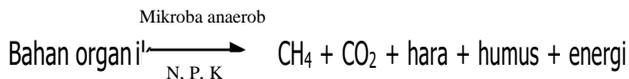
Dalam sistem ini, kurang lebih dua pertiga unsur karbon menguap (menjadi CO₂) dan sisanya satu pertiga bagian bereaksi dengan nitrogen dalam sel hidup. Selama proses pengomposan aerob timbul bau busuk. Selama proses pengomposan berlangsung akan terjadi reaksi eksotermik sehingga timbul panas akibat pelepasan energi. Kenaikan suhu dalam timbunan bahan organik menghasilkan suhu yang menguntungkan mikroorganisme termofilik. Akan tetapi,

apabila suhu melampauai 65-70 °C, kegiatan mikroorganisme akan menurun karena kematian organisme akibat panas tinggi.



4.2 Pengomposan Anaerob

Penguraian bahan organik terjadi pada kondisi anaerob (tanpa oksigen). Tahap pertama, bakteri fakultatif penghasil asam menguraikan bahan organik menjadi lemak, aldehida, dan lain-lain; proses selanjutnya bakteri dari kelompok lain akan mengubah asam lemak menjadi gas metan, amoniak, CO₂ dan hidrogen.



Proses perombakan bahan tersebut, baik secara aerob maupun anaerob akan menghasilkan hara dan humus, proses bisa

berlangsung jika tersedia N, P dan K. Penguraian bisa berlangsung cepat apabila perbandingan antara kadar C (C-rganik) : N : P : K dalam bahan yang terurai setara 30 : 1 : 0,1 : 0,5. Hal ini disebabkan N, P dan K dibutuhkan untuk aktivitas metabolisme sel mikroba dekomposer.



Gambar 2. Kompos TKKS

4.3 Syarat-syarat Pembuatan Kompos

Beberapa Langkah yang dapat dilakukan agar proses pengomposan berlangsung dengan baik.

- a. Ukuran bahan mentah. Sampai pada batas tertentu, semakin kecil ukuran potongan bahan mentahnya, semakin cepat waktu dekomposisi bahan. Penghalusan bahan akan meningkatkan luas permukaan spesifik bahan kompos, sehingga memudahkan dekomposer untuk menghancurkan bahan-bahan tersebut. Meskipun demikian, penghalusan bahan yang terlalu kecil, timbunan akan menjadi mampat sehingga udara tidak tercukupi untuk proses dekomposisi. Ukuran bahan sekitar 5-10 cm sesuai untuk pengomposan ditinjau dari aspek sirkulasi udara yang terjadi. Untuk memperkecil ukuran bahan, saat ini telah banyak tersedia mesin pencacah, chopper-blender dengan berbagai kapasitas olah.



Gambar 3. Mesin chopper blender pembuatan kompos
(sumber : dokumentasi pada pelatihan pembuatan kompos,
Kelompok Tani Bukit Rumah Sendi)

- b. Suhu dan ketinggian timbunan kompos. Timbunan bahan yang mengalami dekomposisi akan meningkat suhunya hingga 65-70 °C akibat terjadinya aktivitas biologi oleh mikroba perombak bahan organik. Penjagaan panas sangat penting dalam pembuatan kompos agar proses dekomposisi berjalan merata dan sempurna. Hal yang menentukan tingginya suhu adalah nisbah volume timbunan terhadap permukaan. Makin tinggi volume

timbunan dibanding permukaan, makin besar isolasi panas dan makin mudah timbunan menjadi panas.



Gambar 4. Pencampuran bahan kompos dari limbah panen jagung, pelepah salak dan kotoran kambing
(sumber : dokumentasi pada pelatihan pembuatan kompos, Kelompok Tani Bukit Rumah Sendi)

- c. Nisbah C/N. mikroba perombak bahan organik memerlukan karbon dan nitrogen dari bahan asal. Karbon dibutuhkan oleh mikroba sebagai sumber energi untuk pertumbuhannya dan nitrogen diperlukan untuk membentuk protein. Bahan dasar kompos yang mempunyai rasio C/N 20:1 hingga 25:1 sesuai untuk

- dikomposkan. Bahan berkadar C/N tinggi bisa menyebabkan timbunan membusuk perlahan-lahan karena mikroba utama yang aktif pada suhu rendah adalah jamur. Hal ini berarti bahwa pembuatan kompos dari bahan-bahan yang keras dan berkayu, tanaman menjalar atau pangkasan-pangkasan pohon (semua dengan kadar C/N tinggi) harus dicampur dengan bahan – bahan berair seperti pangkasan daun dan sampah-sampah lunak. Bila tidak ada bahan hijau yang mengandung nitrogen, dapat diganti dengan berbagai pupuk organik.
- d. Kelembaban. Timbunan kompos harus selalu lembab, dengan kandungan lengas 50-60% agar mikroba tetap beraktivitas. Kelebihan air akan mengakibatkan volume udara jadi berkurang, sebaliknya bila terlalu kering, proses dekomposisi akan berhenti. Semakin basah

- timbunan tersebut, harus semakin sering diaduk atau dibalik untuk menjaga dan mencegah pembiakan bakteri anaerobik. Pada kondisi anaerob, penguraian bahan akan menimbulkan bau busuk.
- e. Sirkulasi udara. Aktivitas mikroba aerob memerlukan oksigen selama proses perombakan berlangsung (terutama bakteri dan fungi). Ukuran partikel dan struktur bahan dasar kompos mempengaruhi sistem aerasi. Makin kasar struktur maka makin besar volume pori udara dalam campuran bahan yang didekomposisi. Pembalikan timbunan bahan kompos selama proses dekomposisi berlangsung sangat dibutuhkan dan berguna mengatur pasokan oksigen bagi aktivitas mikroba.
- f. Nilai pH. Bahan organik dengan nilai pH 3-11 dapat dikomposkan. pG optimum berkisar antara 5.5 – 8.0.

Bakteri lebih menyukai pH netral, sedangkan fungi aktif pada pH agak masam. Pada pH yang tinggi, terjadi kehilangan nitrogen akibat volatilisasi, oleh karena itu dibutuhkan kehati-hatian saat menabur kapur pada saat pengomposan. Pada awal pengomposan, pada umumnya pH agak masam karena aktivitas bakteri yang menghasilkan asam. Namun selanjutnya pH akan bergerak menuju netral. Variasi pH yang ekstrem selama proses pengomposan menunjukkan adanya masalah dalam proses dekomposisi (Setyorini, Saraswati and Anwar, 2012), (Wahyuni and Sakiah, 2019).

4.4 Metode Pengomposan

Beberapa metode pengomposan yang sering dilakukan dengan cara sederhana adalah :

- a. Metode Indore, sebagai bahan dasar menggunakan campuran antara residu tanaman, kotoran ternak, urine

ternak, abu bakaran kayu dan air. Jika menggunakan bahan keras, misalnya kayu, disarankan tidak melebihi 10% dari total berat bahan dasar. Seluruh bahan kemudian disusun berlapis dengan ketebalan masing-masing 15 cm, total ketebalan timbunan 100-150 cm. Lokasi yang tepat untuk pembuatan kompos ini dipilih yang agak tinggi agar terbebas dari genangan dan dekat dengan kandang ternak. Pengomposan ditempatkan dalam lubang galian berukuran kedalaman 100 cm dan lebar 150-200 cm dengan panjang lubang tergantung ketersediaan lahan. Selanjutnya, kotoran ternak yang telah disiapkan dimasukkan ke dalam lubang secara merata dengan ketebalan 10-15 cm, lalu ditaburi dengan urine ternak yang dicampur tanah. Kelembaban tumpukan kompos dijaga agar tetap stabil sekitar 90%. Tumpukan

- kompos dibalik tiga kali yaitu pada hari ke 15, hari ke 30 dan hari ke 60 hari setelah kompos dibuat.
- b. Metode Heap, pengomposan dilakukan di permukaan tanah berukuran dasar 2 m, tinggi 1,5 m dan panjang 2 m. Bagian tepi dipadatkan dan di sekitar timbunan diberi peneduh/pelindung. Sebagai lapisan dasar pertama adalah bahan kaya karbon setebal 15 cm (dedaunan, Jerami, serbuk gerbaji, dan batang jagung) kemudian lapisan berikutnya adalah bahan yang kaya nitrogen setebal 10-15 cm (residu sisa tanaman, rumput segar, kotoran ternak dan sampah organik). Demikian seterusnya disusun bertumpuk hingga ketinggian 1,5 m, bahan dasar harusnya bervariasi agar proses dekomposisi berjalan dengan baik dan bila perlu dicacah agar lebih halus. Kelembaban dijaga dengan menambahkan air secukupnya dan proses pembalikan

- dilakukan setelah 6 dan 12 minggu proses pengomposan berlangsung.
- c. Metode Bangalore, metode ini direkomendasikan apabila bahan dasar pembuat kompos yang digunakan adalah tinja dan sampah kota di daerah yang mempunyai curah hujan rendah. Metode ini mempunyai banyak kelemahan, selama proses pengomposan bahan-bahan selalu berada di dalam lubang atau bak pengomposan. Lama proses pengomposan sekitar 3 bulan, tidak dilakukan proses penyiraman, atau pembalikan. Permukaan kompos ditutup dengan lumpur sehingga kehilangan kelembaban dapat ditekan, laju dekomposisi bahan berjalan sangat lambat, menimbulkan bau busuk lalat yang banyak.
- d. Metode barkeley
- Metode pengomposan ini relative cepat hanya sekitar 2 minggu dengan menggunakan bahan dasar campuran dua

bagian bahan organik kaya selulosa dan satu bagian bahan organik kaya nitrogen dengan nilai rasio C/N sekitar 30:1. Bahan disusun berlapis dan dikomposkan dalam waktu 2 minggu. Selama 2-3 hari proses pengomposan berjalan terbentuk suhu tinggi sehingga secara berkala kompos harus dibalik dan diaduk. Setelah 10 hari, suhu mulai menurun dan bahan berubah menjadi remah dan berwarna coklat (Setyorini, Saraswati and Anwar, 2012).

4.5 Standar Kualitas Kompos

Produk pupuk organik memiliki potensi yang sangat besar untuk memajukan pertanian Indonesia, terlebih lagi saat ini kemajuan teknologi alat dan mesin pembuatan kompos mulai dari mesin pencacah, mesin pembalik/pengaduk, mesin penyaring dari skala rumah tangga hingga skala industry telah tersedia di pasaran. Kualitas pupuk organik yang dihasilkan perlu dikendalikan agar

dalam penggunaannya terlepas dari efek samping seperti adanya kandungan logam berat, bakteri E coli dan salmonella yang dapat merugikan konsumen dari produk tersebut. Badan Sertifikasi Nasional dan Menteri Pertanian telah menerbitkan standar mutu pupuk organik kompos seperti tercantum pada Tabel 2 (SNI 19-7030-2004) dan Tabel 3 (Keputusan Menteri Pertanian No 261/KPTS/SR.310.M.4/2019).

Tabel 2. Standar Kualitas Kompos berdasarkan SNI

No	Parameter	Satuan	Minimum	Maksimum
1	Kadar Air	%	-	50
2	Temperatur	°C		suhu air tanah
3	Warna			kehitaman
4	Bau			berbau tanah
5	Ukuran partikel	mm	0,55	25
6	Kemampuan ikat air	%	58	-
7	pH		6,80	7,49
8	Bahan asing Unsur makro	%	*	1,5
9	Bahan organik	%	27	58
10	Nitrogen	%	0,40	-
11	Karbon	%	9,80	32
12	Phosfor (P2O5)	%	0.10	-
13	C/N-rasio			20
14	Kalium (K2O) Unsur mikro	%	0,20	*
15	Arsen	mg/kg	*	13
16	Kadmium (Cd)	mg/kg	*	3
17	Kobal (Co)	mg/kg	*	34

18	Kromium (Cr)	mg/kg	*	2.0
19	Tembaga (Cu)	mg/kg	*	100
20	Merkuri (Hg)	mg/kg	*	0.8
21	Nikel (Ni)	mg/kg	*	62
22	Timbal (Pb)	mg/kg	*	150
23	Selenium (Se)	mg/kg	*	2
24	Seng (Zn)	mg/kg	*	500
	Unsur lain			
25	Kalsium	%	*	25.50
26	Magnesium (Mg)	%	*	0.60
27	Besi (Fe)	%	*	2.00
28	Aluminium (Al)	%	*	2.20
29	Mangan (Mn)	%	*	0.10
	Bakteri			
30	Fecal Coli	MPN/gr		1000
31	Salmonella sp.	MPN/4 gr		3

Keterangan : * nilai lebih besar dari minimum atau lebih kecil dari maksimum

Tabel 3. Persyaratan Teknis Minimal Pupuk Organik Padat
(Kepmentan 2019)

No	PARAMETER	SATUAN	STANDAR MUTU	
			Murni	Diperkaya mikroba
1.	C — organik	%	minimum 15	minimum 15
2.	C/N	-	≤ 25	≤ 25
3.	Kadar Air	% (w/w)	8-20	10-25
4.	Hara makro (N + P ₂ O ₅ + K ₂ O)	%	minimum 2	
5.	Hara mikro	ppm	maksimum 15.000	maksimum 15.000
	Fe total	ppm	maksimum 500	maksimum 500
	Fe tersedia	ppm	maksimum 5000	maksimum 5000
	Zn			
6.	pH	—	4 — 9	4 - 9
7.	<i>E.coli</i>	Cfu/g	< 1 x 10 ²	< 1 x 10 ²
		atau MPN/g		
	<i>Salmonella sp</i>	cfu/g	< 1 x 10 ²	< 1 x 10 ²
		atau MPN/g		
8.	Mikroba fungsional**	efu/g	-	≥ 1X 10 ⁵
9.	Logam berat: As Hg Pb Cd Cr Ni			
		ppm	maksimum 10	maksimum 10
		ppm	maksimum 1	maksimum 1
		ppm	maksimum 50	maksimum 50
		ppm	maksimum 2	maksimum 2
		ppm	maksimum 180	maksimum 180
10.	Ukuran butir 2-4,75mm***	%	minimum 75	minimum 75
11.	Bahan ikutan (plastik, kaca, kerikil)	%	maksimum 2	maksimum 2
12.	Unsur/senyawa lain****	ppm	maksimum 2.000	maksimum 2.000
		ppm	maksimum 2.000	maksimum 2.000

*) Dalam prosesnya tidak boleh menambahkan bahan kimia sintesis.

***) Mikroba fungsional sesuai klaim genusnya & jumlah genus masing-masing 1 x 10⁵ cfu/g

****) Khusus untuk pupuk organik granul.

*****) Khusus untuk pupuk organik hasil ekstraksi rumput laut.

Semua persyaratan diatas kecuali kadar air, dihitung atas dasar berat kering (adbk)



ANEKA KOMPOS BERDASARKAN BAHAN BAKU

5.1 Kompos dari Kotoran Hewan

Produk buangan dari binatang peliharaan dapat digunakan untuk menambah hara, memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Kotoran hewan sebagai bahan kompos dapat berasal dari kotoran ayam, sapi, kerbau dan kambing. Komposisi hara pada masing-masing kotoran hewan berbeda tergantung pada jumlah dan jenis makanannya. Secara umum kandungan hara dalam kotoran hewan lebih rendah dari pada pupuk kimia, hal ini berimplikasi terhadap biaya yang dibutuhkan dalam mengaplikasikan pupuk kandang (pukan) di lapangan.

Hara dalam pukan tidak mudah tersedia bagi tanaman, ketersediaan hara sangat dipengaruhi oleh tingkat dekomposisi /

mineralisasi dari bahan-bahan tersebut. Rendahnya ketersediaan hara dari pukan antara lain disebabkan karena bentuk N, P serta unsur lain terdapat dalam bentuk senyawa kompleks organo protein atau senyawa asam humat atau lignin yang sulit terdekomposisi.

Selain mengandung hara bermanfaat, pukan juga mengandung biji-bijian gulma, bakteri saprofitik, pembawa penyakit, dan parasit mikroorganisme yang dapat membahayakan hewan atau manusia. Contohnya kotoran ayam mengandung *Salmonella* sp. Oleh karena itu pengelolaan dan pemanfaatan pukan harus hati-hati.

Penanganan pukan padat akan sangat berbeda dengan pukan cair, penanganan pukan padat oleh petani umumnya adalah kotoran ternak dikumpulkan 1-3 hari sekali pada saat pembersihan kandang dan dikumpulkan dengan cara ditumpuk di suatu tempat tertentu. Petani yang telah maju ada yang memberikan mikroba dekomposer

dengan tujuan untuk mengurangi bau dan mempercepat pematangan, tetapi banyak pula yang hanya sekedar ditumpuk dan dibiarkan sampai pada waktunya digunakan ke lahan.

Penerapan teknologi pengomposan menggunakan mikroba pendekomposer serta pencampuran dengan bahan-bahan serat yang mengandung kadar N tinggi, seperti tanaman kacang-kacangan akan mempercepat proses pengomposan.

Pupuk Kandang terdiri dari :

- a. Pupuk dingin adalah pupuk yang berasal dari kotoran hewan yang diuraikan secara perlahan oleh mikroorganime sehingga tidak menimbulkan panas, contohnya pupuk yang berasal dari kotoran sapi, kerbau, dan babi.
- b. Pupuk panas adalah pupuk yang berasal dari kotoran hewan yang diuraikan mikroorganisme secara cepat

sehingga menimbulkan panas, contohnya pupuk yang berasal dari kotoran kambing, kuda, dan ayam.

Pupuk kandang yang telah matang atau siap digunakan memiliki ciri-ciri yaitu jika pukan digenggam terasa dingin, jika diremas terasa remah, bentuk pukan tidak dikenali lagi, dan baunya telah berkurang. Jika belum memiliki ciri-ciri tersebut, pupuk kandang belum siap digunakan. Penggunaan pupuk yang belum matang akan menghambat pertumbuhan tanaman, dapat menjadi vector penyakit, bahkan bisa mematikan tanaman. Penggunaan pupuk kandang harus memperhatikan aspek kesehatan tanah serta kesehatan produk tanaman yang dibudidayakan menggunakan pupuk kandang.

Tabel 4. Kadar hara kotoran hewan sebelum dan sesudah dikomposkan

Jenis bahan asal	Kadar hara (g 100 g ⁻¹)				
	C	N	C/N	P	K
Bahan segar	%			%	
Kotoran sapi	63,44	1,53	41,46	0,87	0,70
Kotoran kambing	46,51	1,41	32,98	0,54	0,75
Kotoran ayam	42,18	1,50	28,12	1,97	0,68
Kompos	%			%	
Sapi		2,34	16,8	1,08	0,89
Kambing		1,85	11,3	1,14	2,49
Ayam		1,70	10,6	2,12	1,45

Sumber: Tim Baritanah

Tabel 5. Kandungan hara beberapa pupuk kandang

Sumber	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe
	%						
Sapi perah	0,53	0,35	0,41	0,28	0,11	0,05	0,004
Sapi daging	0,65	0,15	0,30	0,12	0,10	0,09	0,004
Kuda	0,70	0,10	0,58	0,79	0,14	0,07	0,010
Unggas	1,50	0,77	0,69	0,30	0,88	0,00	0,100
Domba	1,28	0,19	0,93	0,59	0,19	0,09	0,020

Sumber : Tan (1993)

5.2 Kompos dari Hijauan Leguminous Cover Crops

Sisa tanaman memainkan peran penting sebagai mulsa untuk konservasi tanah dan air, serta sebagai input untuk pemeliharaan bahan organik tanah dan mengembalikan nutrisi ke tanah.

Tumbuhan leguminose sebagai salah satu pilihan tanaman penutup tanah. Tanaman penutup tanah dapat diartikan sebagai tumbuhan dekat tanaman yang memberikan perlindungan tanah dan perbaikan sifat-sifat tanah, baik yang sengaja ditanam maupun yang tumbuh secara alami. diantara tanaman dengan tanaman lainnya.

Tanaman penutup tanah dapat digunakan dari golongan legum ataupun non legum. Tanaman penutup tanah dari golongan leguminose digunakan sebagai sumber N untuk beberapa tanaman komersil, seperti umumnya pada lahan perkebunan kelapa sawit maupun perkebunan karet. Sedangkan rerumputan utamanya digunakan untuk mengurangi NO, pencucian dan erosi. Fiksasi N secara biologis berpotensi untuk mengurangi penggunaan pupuk N untuk penanaman berikutnya (Fageria, Baligar and Bailey, 2005)

Tanaman penutup tanah dari golongan leguminose banyak digunakan dari jenis *Mucuna bracteata*, tanaman ini menghasilkan bahan organik yang tinggi dan akan sangat bermanfaat dalam memperbaiki sifat tanah dan areal yang rendah kandungan organiknya. Hasil penelitian perbandingan sifat fisik dan kimia tanah pada ultisol dan entisol kebun karet menunjukkan perbedaan yang sangat berarti. Bobot isi pada tanah yang tertutupi *Mucuna bracteata* lebih rendah daripada tanah yang tidak tertutupi *Mucuna bracteata*, hal ini selaras dengan kadar bahan organik tanah tersebut. Serasah yang dihasilkan *Mucuna bracteata* menyumbangkan bahan organik ke tanah, selain itu *Mucuna bracteata* menutupi permukaan tanah sehingga tanah lebih terlindung dari pukulan hujan (Sakiah, Sembiring and Utomo, 2018; Sakiah, Sembiring and Hasibuan, 2018),

Produksi awal kelapa sawit pada areal yang menggunakan penutup tanah *Mucuna bracteata* lebih tinggi dibanding pada areal yang menggunakan penutup tanah konvensional. Tingkat kesuburan yang relatif tinggi dan kelembaban yang selalu terjaga diduga menjadi penyebab utama produktivitas tanaman di areal berpenutup tanah *Mucuna bracteata* lebih tinggi dibandingkan pada areal berpenutup tanah konvensional. Serasah yang berasal dari biomassa penutup tanah *Mucuna bracteata* yang jumlahnya sangat besar merupakan sumber hara penting bagi peningkatan kesuburan tanah (Sebayang, dkk, 2004).

Usaha penanaman tanaman penutup tanah saja tidak dapat mencukupi kebutuhan minimum bahan organik. Usaha lain untuk memperoleh tambahan bahan organik adalah dengan mengembalikan semua hasil pangkasan dalam petak lahan sebagai mulsa atau dijadikan sebagai kompos. Setiap ton biomassa *Mucuna* sp, mengandung 2,5 kg N, 1,1 kg P, dan 43,0 kg K, selain unsur hara

Ca, Mg, dan unsur mikro. *Mucuna sp* sebagai pupuk organik mengandung N=2,42 %, P=0,20%, dan K=1,97 atau dalam setiap 1 ton biomas kering *mucuna* terdapat hara setara 51,6 kg urea, 10 kg TSP, dan 39,4 kg KCL.

Hasil pangkasan LCC *Mucuna bracteata* berpotensi untuk dijadikan sebagai kompos. Bahannya yang lunak lebih mudah diolah menjadi kompos. Hasil penelitian (Sakiah *et al.*, 2021) pembuatan kompos *Mucuna bracteata* dengan tandan kosong kelapa sawit secara aerob menghasilkan karakteristik sebagai berikut :

Tabel 6. Karakteristik Kompos *Mucuna bracteata* dan TKKS

Perlakuan	N	P	K	C-organic	Rasio C/N	Rendemen
	(%)	(%)	(%)	(%)		(%)
TKKS 100%	2,30 a	0,53	6,09 d	37,73	17,92	59 a
TKKS 25% + <i>M. bracteata</i> 75%	2,83 c	0,64	4,18 b	38,42	14,39	66 b
TKKS 50% + <i>M. bracteata</i> 50%	2,94 d	0,63	4,88 c	35,97	12,3	67 b
TKKS 75% + <i>M. bracteata</i> 25%)	2,62 b	0,61	6,59 e	37,72	14,43	56 a
<i>M. bracteata</i> 100%)	4,42 e	0,6	3,75 a	39,14	8,9	69 b
Rata-rata	3,02	0,6	5,1	37,8	13,59	63

(Sumber : Sakiah *et al.*, 2021)

Kompos yang dihasilkan dari 100% *Mucuna bracteata* menunjukkan kadar N yang tinggi yaitu rata-rata 4,4 % dan K yang rendah yaitu 3,75% dibandingkan kompos yang dicampur dengan tandan kosong kelapa sawit. Hasil ini mempertegas bahwa kadar hara kompos yang dihasilkan bergantung pada bahan yang dikomposkan. Semakin dominan komposisi *Mucuna bracteata* maka kandungan N kompos semakin tinggi. Kompos dengan bahan 75% TKKS dicampur dengan 25% *Mucuna bracteata* menghasilkan kompos dengan kandungan K tertinggi.

5.3 Kompos dari Azolla

Pada lahan sawah irigasi, pupuk hijau dapat berasal dari *Azolla* sp. Terdapat 7 spesies *Azolla* yang berasal dari Asia dan Amerika yakni *Azolla japonica*, *Azolla filiculoides*, *Azolla pinnata*, *Azolla nilotica*, *Azolla caroliniana*, *Azolla mexicana* dan *Azolla microphylla*.

Azolla mampu menambat N_2 dari udara melalui simbiosis dengan *Blue green algae* dan *Anabaena azollae*. Azolla memiliki kadar hara N 1.96-5.30 %, P 0.16-1.59 %, K 0.31-5.97 %, Ca 0.45-1.70 %, Mg 0.22-0.66 % dan S 0.22-0.73 %. (Sumarno, Kartasasmita and Djuber Pasaribu, 2009)

Hasil penelitian (Sudjana, 2014), pembenaman azolla sebelum tanam padi sebanyak 15 ton/ha dikombinasikan dengan pemberian pupuk buatan dapat menghemat pemakaian pupuk sebanyak 65 kg urea/ha, 10 kg TSP/ha, dan 20 kg KCl/ha. Pembenaman Azolla tersebut berpengaruh pada pertanaman berikutnya karena proses dekomposisi dan pelepasan hara dari Azolla berjalan secara perlahan-lahan sehingga dapat meningkatkan ketersediaan hara tanah dalam jangka waktu lama. Azolla sp merupakan sumber pupuk organik yang baik, memiliki C organik pada kisaran 5% (Subowo, 2010), (Putra, Soenaryo and Tyasmoro, 2013).



Gambar 5. *Azolla sp*

5.4 Kompos dari Biomassa Jagung

Pengelolaan residu hasil panen adalah komponen kunci dari sistem pertanian berkelanjutan. Pada budidaya jagung, residu panen berupa daun dan batang jagung menyimpan unsur hara makro dan mikro yang diserap dari tanah. Daun dan batang jagung dapat dimanfaatkan sebagai pakan ternak, selain itu sisa tanaman dapat dikembalikan ke dalam tanah untuk mengganti bahan organik tanah yang dalam banyak kasus kadarnya terus menurun sepanjang waktu. Pengembalian sisa tanaman ke tanah dalam bentuk kompos

memiliki peran strategis dalam memelihara produktivitas tanah secara berkelanjutan.

Teknik pengomposan yang dilakukan sangat penting diperhatikan untuk menghindari gagalnya proses pengomposan. Pengomposan di atas permukaan tanah umumnya dipraktekkan di daerah basah/lembab (curah hujan tinggi), pengomposan di areal yang tergenang seperti di daerah rawa perlu dipilih bagian lahan yang tinggi agar kelembaban bahan tidak lebih dari 60%. Pengomposan di dalam lubang cocok diterapkan di daerah kering (sulit air) untuk mengurangi penguapan dan kehilangan N.

Karakteristik kompos yang dihasilkan dari bahan residu panen jagung, pengomposan dilakukan di dalam lubang kompos menggunakan mikroba pengompos produk komersial dan lokal menunjukkan karakteristik kompos yang tidak terlalu jauh berbeda (Anonymous, 2017)

Tabel 7. Karakteristik Kompos Biomassa Jagung

Mikroba Pengompos	C/N	N (%)	P (%)	K (%)	KTK
M-Dec	8	1,08	1,07	1,15	103
Orgadec	13	0,88	0,65	0,92	64
Probion	9	1,22	0,88	1,06	76
EM4	10	1,19	0,79	1,13	73
MOL Pepaya	6	1,07	0,61	1,02	79
MOL Bambu	12	0,92	1,19	1,12	77
Limbah biogas	9	0,97	0,61	0,66	66

Sumber : Litbang Pertanian, Kementerian Pertanian, 2017

Dekomposer M-Dec mampu menurunkan rasio C/N biomassa jagung dari 36:1 menjadi <25:1 setelah dua minggu masa pengomposan.

5.5 Kompos dari Tandan Kosong Kelapa Sawit

Tandan kosong kelapa sawit (TKKS) merupakan janjangan tandan kelapa sawit yang buahnya telah dirontokkan setelah melalui proses perebusan di pabrik kelapa sawit. Potensi TKKS dari tandan buah segar (TBS) kelapa sawit mencapai 50-60 % dari jumlah TBS

yang diolah. TKKS sebagai produk samping berupa bahan organik dapat diolah menjadi berbagai macam produk, namun sejatinya TKKS dikembalikan ke lahan demi menjaga dan memelihara tanah tetap produktif.

Ditinjau dari kandungan hara, TKKS mengandung unsur hara makro N, P, K dan Mg, namun sebenarnya kadar haranya rendah. Dari keempat unsur hara makro tersebut, unsur K yang kadarnya lebih tinggi dari N, P dan Mg. Perlu difahami bahwa, pengembalian residu tanaman ke tanah bukanlah kadar unsur hara N, P, K dan Mg nya yang menjadi prioritas tetapi unsur C (Karbon) atau yang dikenal dengan bahan organik.

TKKS dikembalikan ke lahan dengan meletakkannya di piringan maupun digawangan, pada kasus tertentu, TKKS ikut dimasukkan ke dalam lubang tanam (*hole in hole*). Aplikasi TKKS dapat meningkatkan kadar bahan organik tanah, jumlah populasi mikroba

tanah, dan keduanya memiliki korelasi yang positif. Jumlah populasi mikroba dalam tanah meningkat sejalan dengan meningkatnya bahan organik tanah. Di dalam tanah, mikroba beraktivitas sebagaimana layaknya makhluk hidup, aktivitas yang pasti dilakukan makhluk hidup adalah bernafas. Sehingga, untuk mengukur aktivitas mikroba, digunakanlah respirasi sebagai salah satu indikator. Pada lahan yang mengandung bahan organik lebih tinggi menunjukkan aktivitas mikroorganisme juga lebih tinggi (Sakiah, Firmansyah and Arfianti, 2020; Sakiah, Dibisono and Irawan, 2018; Sakiah, 2019).

TKKS segar yang diaplikasikan ke lahan membutuhkan waktu sekitar 6-12 bulan agar terdekomposisi sempurna. Dalam pelaksanaan aplikasi TKKS langsung ke lahan masih sering mengalami kendala dan berbagai tantangan tentunya. Misal, penempatan dan penyusunan TKKS yang tidak tepat pada areal kebun kelapa sawit akan mengundang hadirnya hama berupa

kumbang tanduk (*Oryctes rhinoceros*), penyebaran TKKS yang tidak merata, hingga masalah biaya pengaplikasian TKKS.

Pengomposan TKKS sebagai produk sampingan dari pengolahan TBS diketahui dapat meningkatkan daur ulang nutrisi, meningkatkan efisiensi hara, serta meningkatkan kualitas tanah dari perspektif biologi, kimia dan fisik tanah.

6

P E N U T U P

Tanah berasal dari batuan atau mineral yang berfungsi sebagai media pertumbuhan bagi tanaman darat. Di dalam tanah terdapat air, udara serta unsur hara yang keberadaannya turut mempengaruhi tumbuh kembangnya tanaman. Hal ini telah diketahui secara luas oleh para pelaku usaha pertanian khususnya yang berada di hulu (on farm). Satu komponen tanah yang jumlahnya terbilang kecil namun berpengaruh besar terhadap ketersediaan unsur hara, air dan udara di dalam tanah yakni bahan organik. Bahan organik dapat dikatakan sebagai kunci kesuburan tanah, bahkan lebih dari pada itu bahwa bahan organik sebagai kunci kesehatan tanah. Proporsi yang optimal 5 % dapat menunjang kehidupan fauna dan mikroorganisme dalam tanah, fungsinya membentuk struktur tanah yang stabil, melarutkan unsur

hara yang terikat oleh logam, membentuk porositas tanah, meningkatkan kemampuan tanah menyimpan air, memperbaiki sifat buruk liat maupun pasir, sebagai sumber unsur hara makro dan mikro, menyuplai energi bagi mikroorganisme tanah dan meningkatkan aktivitasnya, dan lain – lain. Mengingat peran pentingnya inilah maka perlu dipertahankan agar proporsi bahan organik di dalam tanah tetap ideal.

Jumlah residu tanaman dari proses panen cukup banyak ditemukan di lahan-lahan pertanian maupun perkebunan, begitu juga dengan kotoran hewan ternak serta limbah pasar. Jika bahan-bahan tersebut diolah dengan mengikuti syarat-syarat proses pengomposan akan dihasilkan pupuk organik yang berkualitas. Sebagai acuan, karakteristik kompos yang dihasilkan dapat disandingkan dengan kualitas kompos berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) dan atau berdasarkan Keputusan Menteri Pertanian No 261/KPTS/SR.310.M.4/2019.

Menurut beberapa hasil penelitian bahwa penggunaan pupuk organik dapat mereduksi penggunaa pupuk anorganik, serta memberikan hasil yang optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonimus (2017) *Kompos Jagung*. Bogor.
- Fageria, N. K., Baligar, V. C. and Bailey, B. A. (2005) „Role of cover crops in improving soil and row crop productivity“, *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 36(19–20), pp. 2733–2757. doi: 10.1080/00103620500303939.
- Hardjowigeno, S. (1987) *Ilmu Tanah*. 1st edn. Bogor: Mediatama Sarana Perkasa.
- Putra, D. F., Soenaryo and Tyasmoro, S. Y. (2013) „pengaruh pemberian berbagai bentuk azolla dan pupuk N terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman jagung manis (*Zea mays* var . *saccharata*)“, 1(4), pp. 353–360.
- Sakiah (2019) „Total microbes and soil respiration on land without applications and with the application of oil palm empty fruit bunches in different depths“, in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science PAPER, p. 012008. doi: 10.1088/1755-1315/393/1/012008.
- Sakiah, S. *et al.* (2021) „The quality of compost made from mixture of *Mucuna bracteata* and oil palm empty fruit bunch The quality of compost made from mixture of *Mucuna bracteata* and oil palm empty fruit bunch“, in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*.

Bogor: IOP Publishing. doi: 10.1088/1755-1315/762/1/012082.

- Sakiah, S., Dibisono, M. Y. and Irawan, R. I. (2018) „Analisis total mikroba, bahan organik dan respirasi tanah pada lahan aplikasi dan tanpa aplikasi tandan kosong kelapa sawit“, *Jurnal Agro Estate*, 2(2), pp. 109–115. Available at: <https://ejournal.stipap.ac.id/index.php/JAE/article/view/49>.
- Sakiah, S., Firmansyah, A. and Arfianti, D. (2020) „Sifat Biologi Tanah Pada Lahan Aplikasi dan Tanpa Aplikasi Tandan Kosong Kelapa Sawit di Adolina PT. Perkebunan Nusantara IV“, *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, 17(3), pp. 11–17. doi: 10.25181/jppt.v17i3.1493.
- Sakiah, S., Sembiring, M. and Utomo, T. (2018) „Pengaruh kancangan penutup tanah *Mucuna bracteata* terhadap beberapa sifat fisik dan kimia tanah ultisol pada perkebunan karet (*Hevea brasiliensis*)“, *Jurnal Agro Estate*, 11(1). Available at: <https://ejournal.stipap.ac.id/index.php/JAE/article/view/29>.
- Sakiah, Sembiring, M. and Hasibuan, J. (2018) „Entisol land characteristics with and without cover crop (*Mucuna bracteata*) on rubber plantation“, in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. Medan, Indonesia: Institute of Physics Publishing. doi: 10.1088/1755-1315/122/1/012043.

-
- Setyorini, D., Saraswati, R. and Anwar, E. K. (2012) *Pupuk Organik dan Pupuk Hayati*. Edited by R. D. M. Simanungkalit et al. Bogor: Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian.
- Subowo (2010) „Strategi efisiensi penggunaan bahan organik untuk kesuburan dan produktivitas tanah melalui pemberdayaan sumberdaya hayati tanah“, *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 4(1), pp. 13–25.
- Sudjana, B. (2014) „Pengunaan azolla untuk pertanian berkelanjutan“, *Jurnal Ilmiah Solusi*, 1(2), pp. 72–81. Available at: <https://journal.unsika.ac.id/index.php/solusi/article/download/49/49/99>.
- Sumarno, S., Kartasmita, U. G. and Djuber Pasaribu (2009) „Pengayaan Kandungan Bahan Organik Tanah Mendukung Keberlanjutan Sistem Produksi Padi Sawah“, *Iptek Tanaman Pangan*, 4(1), pp. 18–32. Available at: <http://repository.pertanian.go.id>.
- Taisa, R. et al. (2021) *Ilmu Kesuburan Tanah dan Pemupukan*. Medan: Yayasan Kita Menulis.
- USDA. (2016) *Kunci Taksonomi Tanah*. Edisi Ketii. Bogor: Balai Besar Litbang Sumber Daya Lahan Pertanian.
- Wahyuni, M. and Sakiah, S. (2019) *Buku Ajar Jenis Pupuk dan Sifat-Sifatnya*. Medan: USU Press.

Widyati, E. (2013) „Pentingnya Keragaman Fungsional Organisme Tanah Terhadap Produktivitas Lahan“, *Tekno Hutan Tanaman*, 6(1), pp. 29–37. Available at: http://www.fordamof.org/files/Tekno_6.1.2013-4.EnnyWidyati.pdf.

PROFIL PENULIS



Sakhiah, S.P., M.P., lahir di Maga Dolok (Madina), 5 Maret 1979. Menempuh pendidikan program Sarjana dan Magister di Universitas Sumatera Utara pada Fakultas Pertanian, Jurusan Ilmu Tanah (SI) tahun 1998 dan pada Program Studi Agroekoteknologi (S2) tahun 2009. Penulis mengawali karir sebagai Dosen pada tahun 2007 di Sekolah Tinggi Ilmu Pertanian Agrobisnis Perkebunan/STIP-AP (telah bertransformasi menjadi Institut Teknologi Sawit Indonesia /ITSI pada tahun 2021) hingga saat ini. Mata kuliah yang diampu yaitu Kimia, Klimatologi, Kesuburan tanah, Pupuk dan Pemupukan serta Pengelolaan Lingkungan. Penulis telah menyelesaikan Buku Ajar Jenis Pupuk dan Sifat-sifatnya pada tahun 2019, Book chapter Kesuburan Kimia Tanah dalam Buku Kesuburan Tanah dan

Pemupukan pada tahun 2021 dan Buku Monograf Pupuk Organik Kompos sebagai buku ketiga. Penulis juga aktif dalam praktik pertanian organik di pekarangan rumah (*urban farming*) yang dipublikasikan melalui channel eskahe garden 'n field di social media YouTube.



Dr. Aremi Evanta Br. Tarigan, SP., MPdK., MAK., CJAT lahir di Kabanjaha, Kabupaten Karo, Sumatera Utara. Saat ini beliau adalah Dosen Tetap di Program Studi Pasca Sarjana Akuntansi Universitas Prima Indonesia (UNPRI). Aremi Evanta Br. Tarigan menyelesaikan Sarjana Pertanian Jurusan Sosial Ekonomi Pertanian Universitas Sumatera Utara tahun 1996, Magister Pendidikan Agama Kristen Sekolah Tinggi Teologia Paulus Medan tahun 2014, Doktorat konsentrasi Pendidikan Agama Kristen Sekolah Tinggi Teologia Paulus Medan tahun 2020 dan Magister Akuntansi Universitas Prima Indonesia tahun 2021.



Dr. Dafni Mawar Tarigan, S.P., M.Si, lahir di Medan, 07 Juni 1971. Penulis merupakan Dosen Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU) dengan keahlian spesifik Agronomi dan Pemuliaan Tanaman. Penulis menempuh Pendidikan di Universitas Sumatera Utara pada Fakultas Pertanian Jurusan Agronomi (Si) pada tahun 1995, Sekolah Pasca Sarjana Program Studi Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan (S2) tahun 2001 dan Program Studi Ilmu Pertanian tahun 2016.



TONNY HENDRA NADEAK, S.P. M.Si, lahir 13-07-1972 di Kota Pematangsiantar, Sumatera Utara. Memperoleh gelar Sarjana Pertanian (SP) dari Jurusan Sosial Ekonomi Pertanian (SEP) Fakultas Pertanian Universitas Katolik Santo Thomas (UNIKA) Medan, Sumatera Utara tahun 1997. Tahun 1999 melanjutkan pendidikan S2-Perencanaan Wilayah dan Pedesaan (PWD) di Universitas Sumatera Utara (USU), tamat tahun 2001 dan memperoleh gelar Magister Sains (M. Si). Tahun

2005 lulus menjadi Dosen PNS di Kopertis Wilayah I yang sekarang berubah nama menjadi LLDIKTI-I. Saat ini dipekerjakan (dpk) menjadi dosen tetap di Fakultas Agroteknologi Program Studi Agribisnis Universitas Prima Indonesia (UNPRI) Medan, Sumatera Utara.

Dr. Rama R. Sitingak MSi., lahir di Perdagangan, Sumatera Utara. Saat ini beliau adalah Dosen yang diperbantukan oleh LLDIKTI Wilayah I pada Universitas Prima Indonesia (UNPRI) di Program Studi Agroteknologi. Beliau

menyelesaikan Sarjana di Bidang Pendidikan Biologi IKIP Medan tahun 1990, Magister Ilmu Biologi Institut Teknologi Bandung (ITB) tahun 2000, dan Doktor MIPA Universitas Padjadjaran (UNPAD) Bandung tahun 2005