



Bagian
Pertama

Kompos Limbah Pertanian untuk Meningkatkan Produksi Padi di Lahan Sulfat Masam

Kompos Limbah Pertanian
dan Pengolahannya

Ir. Jumar, M.P.
Riza Adrianor Saputra, S.P., M.P.

Kompos Limbah Pertanian untuk Meningkatkan Produksi Padi di Lahan Sulfat Masam

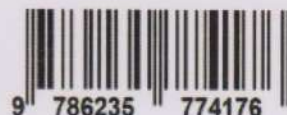
Kompos Limbah Pertanian dan Pengolahannya

Kompos (limbah pertanian, limbah peternakan, limbah rumah tangga, dan limbah pasar organik yang telah dikomposkan atau difermentasi) merupakan salah satu pupuk paling alami yang banyak digunakan untuk mendukung kegiatan di bidang pertanian.

Pupuk kompos menjadi alternatif yang dikembangkan akhir-akhir ini mengingat kondisi tanah yang mulai memburuk akibat aplikasi pupuk anorganik yang terus-menerus. Pemberian kompos akan dapat menambah bahan organik tanah sehingga meningkatkan kapasitas tukar kation tanah serta mempengaruhi serapan hara oleh tanah, walau tanah dalam keadaan masam. Sumber bahan organik tersebut berperan terhadap sifat fisik tanah diantaranya dapat merangsang granulasi, memperbaiki aerasi tanah, serta meningkatkan kemampuan menahan air.

Produk akhirnya cukup stabil dalam penyimpanan dan aplikasi pada lahan tidak menimbulkan dampak yang merusak lingkungan. Kompos sudah lazim digunakan sejak peradaban pertanian dipergunakan untuk meningkatkan kesuburan tanah dan produktivitas pangan.

ISBN 978-623-5774-17-6



**Kompos Limbah Pertanian
untuk Meningkatkan Produksi
Padi di Lahan Sulfat Masam**

Kompos Limbah Pertanian dan Pengolahannya

Ir. Jumar, M.P.

Riza Adrianoor Saputra, S.P., M.P.



**Kompos Limbah Pertanian
untuk Meningkatkan Produksi
Padi di Lahan Sulfat Masam**
Kompos Limbah Pertanian dan Pengolahannya

Ir. Jumar, M.P.

Riza Adrianoor Saputra, S.P., M.P.

Editor : Prof. Sunardi, S.Si., M.Sc., Ph.D

Layout : Eifni Elyasha Marti & Nia Septia Sari

Desain Cover : Zauhara El-Rana Joedaner Putri, S.Ars.

Ukuran : XII, 106 halaman, 15,5 × 23 cm

Cetakan pertama, November 2021

Hak Cipta Dilindungi oleh Undang-Undang.

Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan dengan cara apapun tanpa izin tertulis dari penerbit

Bekerjasama dengan dosen Fakultas Pertanian, ULM

Penerbit:

CV. Banyubening Cipta Sejahtera

Jl. Sapta Marga Blok E No. 38 RT 007 RW 003

Guntung Payung, Landasan Ulin, Banjarbaru 70721

Email: penerbit.bcs@gmail.com

ISBN : 978-623-5774-17-6



No Anggota : 006/KSL/2021

PRAKATA

Penulisan Buku Kompos Limbah Pertanian untuk Meningkatkan Produksi Padi di Lahan Sulfat Masam ini dimaksudkan sebagai bahan bacaan tentang kompos limbah pertanian, pengolahan, dan manfaatnya bagi pertanian, khususnya untuk meningkatkan produksi padi di lahan sulfat masam. Selain itu, penulisan buku ini juga dimaksudkan untuk memenuhi “janji penulis” kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat Universitas Lambung Mangkurat (LPPM-ULM) sebagai pemberi dana penelitian pada Program Dosen Wajib Meneliti (PDWM) tahun 2021.

Penulisan buku ini terutama ditujukan kepada mahasiswa, peneliti, dan pemerhati pertanian dalam rangka turut serta berperan aktif untuk program peningkatan produksi pertanian dan mengurangi limbah pertanian yang hingga saat ini masih belum banyak dimanfaatkan. Sesungguhnya, “*tiada gading yang tak retak*”, demikian juga dengan buku ini. Tentunya, masih banyak kelemahan dan kekurangannya, sebagai gambaran kekurangan dan kedangkalan pengetahuan penulis. Oleh karena itu, saran, kritik, dan masukan sangatlah diharapkan demi perbaikan penulisan di waktu mendatang.

Penulis berharap, kiranya buku sederhana ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua, khususnya bagi pemanfaatan limbah-limbah pertanian sebagai bahan dasar pembuatan pupuk organik atau kompos, khususnya sebagai substitusi pupuk anorganik. Kompos limbah pertanian ini diharapkan dapat memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah sulfat masam.

Akhirnya, penulis mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada Bapak Rektor Universitas

Lambung Mangkurat “Prof. Dr. H. Sutarto Hadi, M.Si., M.Sc., dan Ketua LPPM Universitas Lambung Mangkurat “Prof. Dr. Ir. H. Danang Biyatmoko, M.Si. atas kesempatan yang telah diberikan untuk melaksanakan penelitian pada PDWM tahun 2020 dan 2021. Terima kasih juga disampaikan kepada Dekan Fakultas Pertanian ULM, Dr. Ir. H. Bambang Joko Priatmadi, M.P. yang telah memberikan semangat dan motivasi selama ini. Kepada berbagai pihak, khususnya mahasiswa dan mahasiswi yang telah bersama melaksanakan penelitian selama 2 tahun ini, penulis menyampaikan terima kasih. Semoga memberikan kebaikan dan manfaat bagi kita semua.

Banjarbaru, November 2021

Penulis

DAFTAR ISI

PRAKATA	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
BAB 1. KOMPOS DAN PERANANNYA BAGI PERTANIAN	
1.1. Apa itu Kompos	2
1.2. Bahan Utama pada Pembuatan Kompos Limbah Pertanian	5
1.2.1. Jerami dan Batang Padi	6
1.2.2. Sekam Padi	10
1.2.3. Tongkol dan Klobot Jagung	13
1.2.4. Ampas Tahu	15
1.2.5. Ampas Kopi	16
1.2.6. Ampas Tebu	18
1.2.7. Limbah Baglog Jamur Tiram	21
1.2.8. Limbah Kulit Pisang	24
1.2.9. Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit	25
1.2.10. Kotoran Sapi	28
1.2.11. Kotoran Ayam	31
1.2.12. Kotoran Kambing	33
1.2.13. Kotoran Burung Puyuh	34
1.3. Peranan Kompos dalam Pertanian Berkelanjutan	36
BAB 2. METODE PENGOLAHAN KOMPOS LIMBAH PERTANIAN	
2.1. Fase-Fase dalam Pengomposan	50

2.2. Faktor yang Mempengaruhi Pengomposan	57
2.2.1. Kelembaban	58
2.2.2. Sirkulasi Udara (Aerasi)	58
2.2.3. Ukuran Partikel/Bahan	59
2.2.4. Nisbah Karbon/Nitrogen (C/N ratio)	60
2.2.5. Nilai pH	62
2.2.6. Suhu	63
2.2.7. Porositas	64
2.2.8. Kandungan Hara	64
2.2.9. Tinggi/Ukuran Timbunan	65
2.2.10. Mikroorganisme Perombak (Dekomposer)	66
2.3. Metode Pengomposan	70
2.3.1. Metode Anaerob	70
2.3.2. Metode Aerob	71
2.4. Pengomposan Tiga Jenis Limbah Pertanian	73
2.4.1. Pengomposan Limbah Baglog Jamur Tiram	73
2.4.2. Pengomposan Ampas Kopi	75
2.4.3. Pengomposan Jerami Padi	77
2.5. Permasalahan dan Solusi dalam Pengomposan	83
2.6. Kematangan Kompos	86
2.7. Standar Baku Mutu Kompos	88
DAFTAR PUSTAKA	92
BIODATA PENULIS	102

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Sumber bahan baku kompos dan bentuknya di Indonesia	6
Tabel 1.2. Pemanfaatan bahan baku kompos dan bentuknya di Indonesia	7
Tabel 1.3. Kandungan unsur hara pada jerami padi	9
Tabel 1.4. Kandungan unsur hara pada sekam padi	12
Tabel 1.5. Kandungan hara N, P, K limbah jagung (batang, daun, dan klobot jagung)	15
Tabel 1.6. Kandungan unsur hara pada ampas tahu	16
Tabel 1.7. Kandungan unsur hara pada ampas kopi	18
Tabel 1.8. Kandungan unsur hara pada ampas tebu	20
Tabel 1.9. Kandungan unsur hara pada baglog jamur tiram	23
Tabel 1.10. Kandungan unsur hara pada limbah kulit pisang	25
Tabel 1.11. Kandungan unsur hara tanda koson kelapa sawit	27
Tabel 1.12. Kandungan unsur hara yang terdapat pada kotoran sapi	30
Tabel 1.13. Unsur hara pada kompos kotoran ayam	32
Tabel 1.14. Kandungan unsur hara pada kotoran kambing	34
Tabel 1.15. kandungan unsur hara pada kotoran burung puyuh	35
Tabel 1.16. Manfaat kompos dari sisi agronomis dan ekonomis	45

Tabel 2.1.	Komposisi hara pada kompos dan bokashi	50
Tabel 2.2.	Biodegradasi senyawa organik dalam kondisi aerob (memerlukan oksigen) dan anaerob (tidak membutuhkan oksigen)	52
Tabel 2.3.	C/N ratio dari limbah yang kaya akan Nitrogen dan Karbon	61
Tabel 2.4.	Kandungan hara pada beberapa pupuk kandang/segar	64
Tabel 2.5.	Mikroorganisme yang umum berasosiasi dalam tumpukan sampah	67
Tabel 2.6.	Beberapa jenis dekomposer yang dijual di pasaran	68
Tabel 2.7.	Diagnosis Permasalahan, Identifikasi Penyebab, dan Pemecahan Masalah dalam pengomposan	83
Tabel 2.8.	Standar kualitas kompos salah satu perusahaan dan asosiasi	87
Tabel 2.9.	Standar baku mutu kompos berdasarkan SNI 19-7030-2004	88
Tabel 2.10.	Standar baku mutu pupuk organik (kompos) curah menurut Permentan No 70 Tahun 2011	89

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1.	Tumpukan jerami pada di persawahan setelan panen	10
Gambar 1.2.	Sekam padi dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan kompos	12
Gambar 1.3.	Limbah berupa (A) tongkol dan (B) klobot (kulit) jagung	14
Gambar 1.4.	Ampas tahu dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku kompos	16
Gambar 1.5.	Ampas kopi yang hingga sekarang masih dianggap sebagai limbah	18
Gambar 1.6.	Ampas tebu (<i>bagasse</i>) sebagai sumber bahan baku pembuatan pupuk organik	21
Gambar 1.7.	Limbah baglog jamur tiram yang belum banyak dimanfaatkan	23
Gambar 1.8.	Limbah kulit pisang yang banyak dibuang dan menjadi sampah dapat digunakan sebagai bahan pembuatan kompos	25
Gambar 1.9.	Tanda kosong kelapa sawit (TKKS)	28
Gambar 1.10.	Kompos tandan kosong kelapa sawit A. 1 kg TKKS + 0,5 kg dedak + 0,2 L air kelapa + 0,2 L EM4 + 0,5 kg pupuk kandang; B. 1 kg TKKS + 0,5 kg dedak + 0,1 L air kelapa + 0,1 L EM4 + 0,5 kg pupuk kandang	28
Gambar 1.11.	Kotoran sapi salah satu bahan pembuatan kompos	30
Gambar 1.12.	Kotoran ayam yang biasanya digunakan sebagai pupuk tanaman sayuran	33

Gambar 1.13. Kotoran kambing yang memiliki tekstur yang khas	34
Gambar 1.14. Kotoran burung puyuh sudah dikemas dan diperjual belikan	35
Gambar 1.15. Kototan burung puyuh sebagai sumber bahan baku pembuatan kompos	36
Gambar 1.16. Pemaknaan yang berbeda tentang pertanian berkelanjutan dari berbagai pihak	39
Gambar 2.1. Pola kenaikan populasi mikroba dan suhu dalam proses pengomposan pada fase mesofilik dan termofilik	45
Gambar 2.2. Perkembangan suhu pada fase pengomposan	54
Gambar 2.3. Kenaikan suhu sejalan dengan peningkatan populasi mikroba pengurai (bakteri, aktinomycetes dan fungsi)	55
Gambar 2.4. Pola distribusi, penyebaran panas dan pasokan oksigen dalam tumpukan proses pengomposan aerob	56
Gambar 2.5. Pencacahan bahan organik seperti jerami dan sampah. A. pencacahan secara manual menggunakan golok (Banjar: parang) dan B. Mesin pencacah bahan organik	59
Gambar 2.6. Perubahan suhu dekomposisi seresah daun jati (<i>Tectona grandis L.</i>) akibat penambahan berberapa jenis dekomposer (bioaktivator)	63
Gambar 2.7. Pengomposan dengan metode anaerob di dalam lubang tanah	71

Gambar 2.8. Aerasi pasif pada tumpukan kompos menggunakan bambu	72
Gambar 2.9. Bedengan pengkomposan dalam ruangan (<i>indoor</i>) dan di luar ruangan (<i>outdoor</i>) yang ditutupi dengan terpal plastik	72
Gambar 2.10. Keadaan suhu pada proses pengomposan limbah pertanian (jerami padi, ampas kopi dan limbah baglog jamur tiram)	78
Gambar 2.11. Kandungan unsur hara kompos limbah baglog dengan penambahan 4 macam dekomposer (Petro Gladiator, BeKa, EM4, dan M21) pada proses pengomposan	79
Gambar 2.12. Kandungan unsur hara kompos ampas kopi dengan penambahan 4 macam dekomposer (Petro Gladiator, BeKa, EM4, dan M21) pada proses pengomposan	80
Gambar 2.13. Kandungan unsur hara kompos jerami padi dengan penambahan 4 macam dekomposer (Petro Gladiator, BeKa, EM4, dan M21) pada proses pengomposan	81
Gambar 2.14. Tes perkecambahan pada kompos yang telah matang	83



BAB 1

KOMPOS DAN PERANANNYA BAGI PERTANIAN

1.1. Apa itu Kompos

Kompos atau pupuk kompos biasanya dibuat dari sisa-sisa makhluk hidup baik hewan ataupun tumbuhan yang dibusukkan dengan peran organisme pengurai. Organisme pengurai dapat berupa mikroorganisme ataupun makroorganisme. Kompos sudah lazim digunakan sejak peradaban pertanian dipergunakan untuk meningkatkan kesuburan tanah dan produktivitas pangan. Menurut Simarmata *et al.* (2000), kompos dikenal sejak 4000 tahun yang lalu di Asia, terutama Cina dan Jepang. Kompos dapat diartikan sebagai sisa perombakan atau penguraian bahan organik. Produk akhirnya cukup stabil dalam penyimpanan dan aplikasi pada lahan tidak menimbulkan dampak yang merusak lingkungan. Kompos berasal dari bahasa latin "*componere*", yang berarti menyusun atau menumpuk suatu bahan/benda bersama-sama. Menurut Murbandono (2010), kompos adalah bahan organik yang telah mengalami proses fermentasi atau dekomposisi karena adanya interaksi dengan mikroorganisme pengurai. Bahan organik dapat berasal dari daun, rumput, jerami, limbah rumah tangga, kotoran hewan dan sisa ranting. Kompos dapat terjadi secara alami lewat proses alamiah sehingga proses tersebut berlangsung lama.

Pengertian kompos menurut Sutanto (2002), adalah pupuk organik yang berasal dari hasil akhir penguraian untuk memenuhi arti unsur hara di lahan pertanian sehingga kondisi ini akan memperbaiki struktur tanah secara fisik, kimiawi, ataupun biologis. Pengertian lain menurut Harizena (2012), kompos adalah penyubur tanah yang dibuat dari limbah pertanian dan non limbah pertanian dalam upaya memenuhi unsur hara. Sementara itu, Murbandono (2008), memberi definisi kompos sebagai serangkaian proses dalam perombakan berbagai jenis bahan

organik oleh mikroorganisme dalam kondisi yang terkontrol sehingga membuat unsur tanah menjadi tanah humus.

Mengomposkan adalah menyusun atau menumpuk berbagai bahan organik sehingga mengalami proses perombakan atau pelapukan (dekomposisi) untuk menghasilkan pupuk organik yang relatif kaya akan humus (*humic substances*) (Simarmata *et al.*, 2012 dan FAO, 2015). Proses pengomposan dapat terjadi pada kondisi aerobik dan anaerobik. Pada pengomposan aerobik terjadi dalam keadaan O_2 tersedia, sedangkan pengomposan anaerobik terjadi tanpa O_2 . Pada proses pengomposan aerobik akan menghasilkan CO_2 , air, dan panas. Pada proses pengomposan anaerobik akan menghasilkan metana (alkohol), CO_2 , dan senyawa antara seperti asam organik (Sutanto, 2002).

Secara umum, kompos memiliki karakter, diantaranya adalah: (1) kompos memiliki warna coklat kehitam-hitaman, (2) kompos tidak menimbulkan bau (umumnya baunya kurang atau berbau seperti molase), (3) kompos memiliki tekstur remah dan biasanya berserat halus, (4) Kompos, apabila dikepal kuat tidak dapat menggumpal keras dan apabila kepalannya dibuka juga tidak terurai lepas seperti pasir yang kering. Kualitas kompos ditentukan oleh tingkat kematangan kompos seperti: warna, tekstur, bau, suhu, pH, serta kualitas bahan organik kompos. Bahan organik yang tidak terdekomposisi secara sempurna akan menimbulkan efek yang merugikan bagi pertumbuhan tanaman. Penambahan kompos yang belum matang ke dalam tanah dapat menyebabkan terjadinya persaingan penyerapan unsur hara antara tanaman dan mikroorganisme tanah. Menurut Sutanto (2002), keadaan tersebut dapat mengakibatkan terganggunya pertumbuhan tanaman. Kompos yang

berkualitas baik diperoleh dari bahan baku yang bermutu baik. Kompos yang berkualitas baik secara visual dicirikan dengan warna yang cokelat kehitaman menyerupai tanah, bertekstur remah, dan tidak menimbulkan bau busuk (Barus, 2011).

Kompos memiliki banyak manfaat jika ditinjau dari beberapa aspek, baik aspek ekonomi, aspek lingkungan, dan aspek tanah serta tanaman. Dari sisi aspek ekonomi, kompos bermanfaat: (1) menghemat biaya dari sisi penimbunan dan transportasi limbah, (2) mengurangi volume atau ukuran limbah, dan (3) memiliki nilai jual yang lebih tinggi dibandingkan dengan bahan asalnya.

Jika dilihat dari aspek lingkungan, kompos memiliki manfaat sebagai berikut: (1) mengurangi polusi udara karena pembakaran limbah serta pelepasan gas metana dari sampah organik yang membusuk akibat bakteri metanogen di tempat pembuangan sampah, dan (2) dapat mengurangi kebutuhan lahan untuk penimbunan sampah atau limbah. Jika ditinjau dari aspek tanah dan tanaman, manfaat kompos adalah:

- 1) kompos meningkatkan kesuburan tanah
- 2) kompos dapat memperbaiki struktur dan karakteristik tanah (dalam hal ini, kompos dapat meningkatkan kesuburan fisik tanah)
- 3) kompos akan meningkatkan kapasitas penyerapan air
- 4) kompos akan meningkatkan aktivitas mikroorganisme tanah atau meningkatkan kesuburan biologi tanah
- 5) kompos meningkatkan kualitas hasil panen, yang meliputi rasa, nilai gizi, dan jumlah panen
- 6) kompos menyediakan hormon serta nutrisi bagi tanaman

- 7) kompos dapat menekan pertumbuhan atau serangan penyakit tanaman
- 8) kompos akan meningkatkan retensi ataupun ketersediaan hara di dalam tanah (pada aspek ini, sesungguhnya kompos dapat meningkatkan kesuburan kimia tanah).

1.2. Bahan Utama pada Pembuatan Kompos Limbah Pertanian

Kompos merupakan pupuk organik yang biasanya berasal dari sisa tanaman, sisa hewan atau manusia seperti pupuk kandang, pupuk hijau, dan kompos yang berbentuk cair maupun padat. Pupuk organik bersifat *bulky* dengan kandungan hara makro dan mikro rendah sehingga diperlukan dalam jumlah banyak. Keuntungan utama menggunakan pupuk organik adalah dapat memperbaiki kesuburan kimia, fisik dan biologis tanah, selain sumber hara bagi tanaman.

Kompos dapat dibuat dari berbagai jenis bahan, antara lain sisa panen (jerami, brangkasan, tongkol jagung, daun tebu, dan sabut kelapa), serbuk gergaji, kotoran hewan, limbah media jamur (balog jamur), limbah pasar, limbah rumah tangga, dan limbah pabrik, serta pupuk hijau. Oleh karena bahan dasar pembuatan pupuk organik sangat bervariasi, maka kualitas pupuk yang dihasilkannya beragam sesuai dengan kualitas bahan asal. Saat ini telah beredar berbagai jenis pupuk organik (kompos) hasil rekayasa teknologi yang mutu dan kualitasnya sangat beragam. Oleh karena itu, pengguna perlu teliti dan hati-hati dalam memilih jenis pupuk yang akan dipakai sesuai dengan komoditas yang akan ditanam. Menurut Kurnia *et al.* (2001), sumber bahan dan bentuk pupuk kompos di Indonesia bisa berasal dari limbah pertanian atau non-pertanian seperti disajikan pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1. Sumber bahan baku kompos dan bentuknya di Indonesia

No.	Sumber	Asal Bahan	Bentuk
1.	Pertanian	• Pangkasan tanaman legum	Padat
		• Sisa hasil panen tanaman	Padat
		• Limbah ternak besar	Padat dan cair
		• Limbah ternak unggas	Padat
2.	Non-pertanian	• Limbah organik kota	Padat dan cair
		• Limbah penggilingan padi	Padat
		• Limbah organik pabrik gula	Padat dan cair
		• Limbah organik pabrik kayu (serbuk kayu)	Padat
		• Limbah pabrik bumbu masak	Padat dan cair
		• Gambut (abu bakar gambut)	Padat

1.2.1. Jerami dan Batang Padi

Jerami merupakan salah satu produk yang dihasilkan pada saat panen tanaman padi (*Oryza sativa*). Melimpahnya limbah jerami ini berbanding lurus dengan tingginya tingkat konsumsi masyarakat terhadap beras. Jerami padi memiliki banyak manfaat. Makarim *et al.* (2007) menyatakan, di Cina limbah jerami padi dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan kompos, pakan ternak, mulsa tanaman sayuran dan buah-buahan, bahan bakar di rumah tangga, bahan industri kerajinan, atap rumah, dan media tumbuh jamur merang. Tidak ada jerami yang dibakar di sawang atau di ladang. Di Jepang, jerami padi

umumnya dikomposkan atau dimasukkan ke dalam tanah saat membajak setelah dipotong-potong dan dikeringkan. Selanjutnya, di Korea, jerami padi umumnya dimanfaatkan sebagai bahan kompos, pakan ternak, media tumbuh jamur, mulsa sayuran, atap rumah, dan sama sekali tidak ada budaya membakar jerami.

Di Indonesia, sebagian besar petani beranggapan bahwa jerami padi tidak memiliki nilai ekonomi, bahkan dianggap sebagai limbah yang mengganggu pengolahan tanah dan penanaman padi. Akibatnya, banyak petani yang membiarkan jerami padi miliknya diambil orang lain atau bahkan membakarnya. Hasil penelitian Sumarno dan Kartasasmita (2012) memperlihatkan bahwa hanya sebagian petani mempraktekkan pembuatan kompos (25% di Jawa Barat, 35% di Jawa Timur, dan 15% di Jawa Tengah). Pada ketiga provinsi ini, 47% jerami dikembalikan ke dalam tanah sawah, 28% dibakar, dan 25% untuk pakan. Hambatan utama penggunaan pupuk organik adalah kebiasaan petani menggunakan pupuk anorganik yang lebih praktis dan cepat terlihat manfaatnya, dan kurangnya pemahaman tentang manfaat jangka panjang pupuk organik. Pemanfaatan jerami sebagian besar ditinggalkan di sawah untuk ditanamkan ke tanah, selanjutnya dibakar, dan hanya sebagian kecil yang dimanfaatkan sebagai pakan ternak (Tabel 1.2).

Tabel 1.2. Pemanfaatan jerami padi sebagai sumber bahan organik tanah di 10 kabupaten di Pulau Jawa, tahun 2010

No.	Kabupaten	Jumlah Pemanfaatan jerami padi musim hujan (MH) dan musim kemarau (MK)		
		Dibenam ke tanah (t.ha ⁻¹)	Dibakar (t.ha ⁻¹)	Dimanfaatkan sebagai pakan ternak (t.ha ⁻¹)
1.	Cirebon	6,80	7,13	1,00
2.	Kuningan	10,56	3,46	1,98
3.	Tasikmalaya	9,26	5,25	1,33
4.	Ciamis	11,70	3,46	2,04
	Rata-rata	9,61	4,83	1,56
5.	Brebes	6,23	8,14	1,72
6.	Demak	4,93	9,41	1,70
7.	Sukoharjo	8,10	0,78	6,95
	Rata-rata	6,42	6,11	3,45
8.	Lamongan	6,40	4,71	4,91
9.	Nganjuk	4,34	0,94	10,74
10.	Ngawi	8,27	1,38	6,30
	Rata-rata	6,30	2,34	7,32

Sumber: Sumarno dan Kartasasmita (2012)

Jumlah jerami padi relatif cukup banyak dan tergantung pada luas pertanamannya. Menurut Makarim *et al.* (2007), perbandingan bobot gabah yang dipanen dengan jerami (*grain straw ratio*) pada saat panen padi umumnya 2:3. Jadi, kalau produksi gabah nasional sebanyak 54 ton pada tahun 2005, berarti terdapat 80 juta ton jerami padi pada tahun tersebut. Selanjutnya, pada tahun 2020, menurut BPS produksi padi nasional sebesar 55,16 juta ton GKP, maka terdapat sebanyak 82,74 juta ton jerami padi. Sungguh luar biasa. Pada umumnya tiap hektar sawah akan dihasilkan 5-8 ton jerami padi, dan jumlah ini tergantung pada varietas padi yang ditanam dan tingkat kesuburannya. Pada hamparan sawah seluas 100 ha pertanaman padi yang panennya bersamaan maka akan dihasilkan 500-800 ton jerami (Gambar 1.1).

Selanjutnya, Makarin *et al.* (2007) menyatakan bahwa dengan diperkenalkannya berbagai konsep pertanian ramah lingkungan seperti pertanian organik, SRI (*System of Rice Intensification*), PTT (Pengelolaan Tanaman dan Sumberdaya Terpadu), sudah selayaknya jerami didaur ulang di tempat asalnya (*in situ*) sehingga terjadi sistem pertanian padi nirlimbah (*zero waste rice production system*). Manfaat jerami dan batang padi perlu terus digali dan terus dikembangkan sehingga menjadi “barang berharga” mengingat potensinya sangat besar dan tidak akan ada habisnya. Mengapa jerami padi dikatakan tidak ada habisnya? Karena kita ketahui bahwa setiap musim tanam petani selalu menanam padi dan limbahnya berupa jerami selalu ada di persawahan. Untuk persawahan di daerah beririgasi, maka penanaman padi minimal bisa dilakukan sebanyak 2 kali setiap tahunnya. Untuk daerah tadah hujan, baik di persawahan atau pada lahan kering (padi gogo), pertanaman padi dilakukan sebanyak 1 kali setahun.

C/N ratio jerami padi antara 50-80, dan mengandung sejumlah unsur hara yang dapat dimanfaatkan kembali sebagai sumber unsur hara bagi tanaman (Tabel 1.3)

Tabel 1.3. Kandungan unsur hara pada jerami padi

No.	Unsur Hara	Jumlah	Sumber
1.	C-organik	40%	Setyanto, 2008
2.	Sulfur (S)	0,1%	
3.	Nitrogen (N)	0,5 – 0,8%	Abdel-Rahman <i>et al.</i> , 2016
4.	Fosfor (P ₂ O ₅)	0,070 – 0,12%	
5.	Kalium (K ₂ O)	1,2 – 1,7%	
6.	Silikat (Si)	0,5 – 0,1%	
7.	Kalsium (Ca)	0,035%	Harianto <i>et al.</i> , 2018
8.	Magnesium (Mg)	0,041%	



Gambar 1.1. Tumpukan jerami padi di persawahan setelah panen

Menurut Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (2013), setiap 1 ton kompos jerami padi mengandung nitrogen 0,6 %, fosfor 0,64%, kalium 7,7%, kalsium 4,2%, magnesium 0,5%, Cu 20 ppm, Mn 684 ppm dan Zn 144 ppm. Dengan demikian kompos jerami padi memiliki kandungan hara setara dengan 41,3 kg urea, 5,8 kg SP36, dan 89,17 kg KCl per ton kompos atau total 136,27 kg NPK per ton. Jumlah hara ini dapat memenuhi lebih dari setengah kebutuhan pupuk anorganik.

1.2.2. Sekam Padi

Sekam padi adalah bagian terluar dari butir padi yang merupakan hasil samping saat proses penggilingan padi dilakukan (Gambar 2). Sekam merupakan hasil sampingan dari penggilingan padi selain bekatul. Di Indonesia banyak sekali sekam padi, bahkan sampai dibuang-buang karena dianggap

limbah, terutama di sentra-sentra pertanian. Menurut Harsono (2002), sekitar 20% dari bobot padi adalah sekam padi dan kurang lebih 15% dari komposisi sekam padi adalah abu sekam yang selalu dihasilkan setiap kali sekam dibakar. Selain baik untuk kesuburan dan kegemburan tanah, pupuk organik dari sekam padi juga memiliki daya simpan air yang tinggi dan mudah terdekomposisi, tidak ditumbuhi jamur, dan harganya juga relatif lebih murah.

Sekam memiliki beberapa manfaat, diantaranya adalah: (1) memperbaiki struktur tanah dan meningkatkan porositas khususnya untuk media tanam dalam polibag dan pot, (2) sebagai mulsa penutup tanah sehingga dapat mengurangi pertumbuhan gulma dan menjaga kelembaban tanah. Selain memiliki beberapa manfaat, sekam juga mempunyai beberapa fungsi, seperti:

- 1) untuk pengikat unsur unsur hara dalam tanah, sehingga selalu tersedia untuk tanaman
- 2) untuk memperbaiki tingkat keasaman tanah
- 3) kandungan silikanya dapat memperkuat daun tanaman
- 4) kandungan fosfatnya dapat memperkuat tanaman dan mendorong perkembangan sel-sel tanaman
- 5) tempat hidup yang bagus bagi mikroorganisme yang bermanfaat.



Gambar 1.2. Sekam padi dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan kompos

Menurut Diaz (1993), sekam padi memiliki kandungan beberapa unsur hara seperti disajikan pada Tabel 1.4. Sekam padi dapat berfungsi untuk mengemburkan tanah. Abu dari sekam padi ternyata memiliki berbagai jenis unsur-unsur kimia yang baik untuk kesuburan dan juga dapat mengemburkan tanah. Selain baik untuk kesuburan dan kegemburan tanah, pupuk organik dari sekam padi juga memiliki daya simpan air yang tinggi dan mudah terdekomposisi, tidak ditumbuhi jamur, dan harganya relatif lebih murah.

Tabel 1.4. Kandungan unsur hara pada sekam padi

No.	Unsur Hara	Jumlah	Sumber
1.	Nitrogen (N)	2 %	Diaz, 1993
2.	Fosfor (P ₂ O ₅)	0,65 %	
3.	Kalium (K ₂ O)	2,5 %	
4.	Kalsium (Ca)	4 %	
5.	Magnesium (Mg)	0,5 %	

1.2.3. Tongkol dan Klobot Jagung

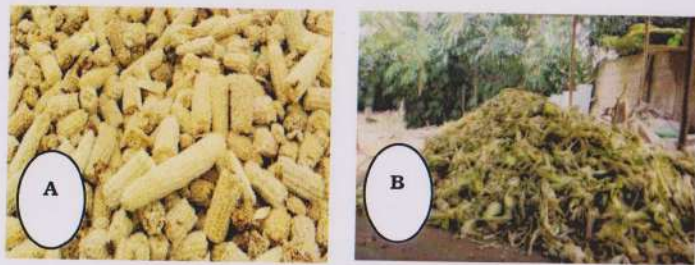
Di Indonesia jagung (*Zea mays* L.) memegang peranan kedua setelah padi. Tanaman jagung digunakan sebagai bahan pangan kedua karena memiliki kandungan gizi seperti karbohidrat, protein, dan kalori yang hampir sama dengan beras. Jagung selain dapat digunakan sebagai bahan pangan juga dapat digunakan sebagai bahan baku industri dan pakan ternak. Dari kegiatan budidaya jagung, akan dihasilkan limbah seperti batang dan daun jagung, tongkol jagung, dan klobot jagung. Limbah tersebut memiliki potensi cukup tinggi yaitu lebih dari 70 persen total biomassa tanaman dan limbah tersebut belum banyak dimanfaatkan. Limbah pertanaman jagung pada umumnya tidak dikembalikan lagi ke lahan atau dibakar karena mengganggu pengelolaan lahan pertanaman berikutnya. Sebenarnya limbah tanaman jagung dapat menjadi bahan baku untuk pembuatan pupuk organik sebagai pembenah tanah, karena limbah jagung mengandung selulosa, hemiselulosa, maupun lignin sebagai penyusun utama serasah tanaman (Herdiyantoro, 2010). Sisa tanaman jagung dengan proporsi terbesar adalah batang jagung (50%), daun (20%), tongkol (20%) dan kulit jagung (10%) dari total produksi hasil samping tanaman jagung berdasarkan berat kering (BK) (McCutcheon dan Samples, 2002).

Kandungan nutrisi tongkol jagung berdasarkan analisis di Laboratorium Ilmu Makanan Ternak meliputi kadar air 29,54%, bahan kering 70,45%, protein kasar 2,67% dan serat kasar berdasar 46,52% berat kering.

Klobot jagung atau kulit buah jagung merupakan bagian dari tongkol yang melindungi biji jagung. Klobot jagung adalah kulit luar buah jagung

yang biasanya dibuang dan kebanyakan akan menjadi limbah yang dapat mencemari lingkungan.

Tongkol jagung merupakan bagian tanaman tempat melekatnya biji jagung. Tongkol jagung atau janggol adalah limbah yang diperoleh ketika biji jagung dirontokkan dari buahnya. Jika biji jagung dirontokkan dari buahnya, diperoleh jagung pipilan sebagai produk utamanya dan sisa buah yang disebut tongkol atau janggol. Limbah tongkol dan kulit jagung (Gambar 1.3) hingga sekarang sebagian kecil sudah digunakan sebagai pakan ternak oleh masyarakat, akan tetapi pemanfaatannya belum maksimal. Kedua limbah ini masih memiliki nilai ekonomis namun rendah dan akan menimbulkan pencemaran lingkungan saat dibakar atau dibiarkan begitu saja di lapangan atau lahan.



Gambar 1.3. Limbah berupa (A) tongkol dan (B) klobot (kulit) jagung

Hasil analisis limbah tanaman jagung Varietas Bima-3 (Tabel 1.5) menunjukkan bahwa kandungan unsur hara N paling tinggi didapatkan pada daun, diikuti oleh batang, janggol, dan klobot. Untuk kandungan P tertinggi pada daun diikuti secara berturut batang, dan klobot. Sementara kandungan K tertinggi pada batang diikuti oleh daun, dan klobot. Hasil analisis contoh limbah tanaman jagung yang diambil secara komposit menunjukkan bahwa kandungan N dan K daun jagung Varietas Bima-3

cukup tinggi, sedangkan P rendah. Sementara batang mengandung K dan N cukup tinggi namun P rendah (Faesal dan Syuryawati, 2018).

Tabel 1.5. Kandungan hara N, P, K limbah jagung (batang, daun, dan klobot jagung)

No.	Brangkasian Jagung	Kandungan Unsur Hara			Sumber
		N-total	P ₂ O ₅	K ₂ O	
1.	Batang	0,90%	0,35%	2,67%	Faesal & Syuryawati, 2018
2.	Daun	1,49%	0,47%	1,87%	
3.	Klobot (kulit) jagung	0,30%	0,30%	0,65%	

1.2.4. Ampas Tahu

Ampas tahu adalah limbah padat hasil industri pabrik tahu dari sisa pengolahan kedelai menjadi tahu. Kandungan protein, karbohidrat dan mineral yang tinggi pada ampas tahu dapat dipergunakan kembali menjadi suatu produk yang berguna. Kandungan mineral yang terkandung dalam ampas tahu sangat bermanfaat sebagai sumber unsur hara tanaman. Ampas tahu dapat dimanfaatkan kembali sebagai pakan ternak, pupuk dan tempe gembus (Efendi dan Bitanggang, 2015).

Ampas tahu dapat dikonsumsi manusia dan biasanya diolah menjadi bentuk tempe gembus dengan harga yang relatif murah. Kekurangtahuan masyarakat akan manfaat ampas tahu ini menjadikan ampas tahu sebagai limbah yang tidak terpakai. Hingga saat ini, ampas tahu segar (Gambar 1.4) dihargai Rp 300–500/kg dan pada penyimpanan suhu kamar lebih dari 24 jam menyebabkan perubahan warna dan bau.

Kandungan nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K), dan kalsium (Ca) dan beberapa unsur lainnya pada ampas tahu sangat diperlukan oleh tanaman (Tabel 1.6). Menurut Mangimba (1993), kandungan ampas

tahu berpotensi untuk meningkatkan kesuburan tanah. Ampas tahu yang mengandung protein dan karbohidrat tinggi dapat menjadi pupuk organik pada kegiatan budidaya tanaman.



Gambar 1.4. Ampas tahu dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku kompos

Tabel 1.6. Kandungan unsur hara pada ampas tahu

No.	Unsur Hara	Jumlah	Sumber
1.	Nitrogen (N)	1,24 %	Arbaiyah, 2003
2.	Fosfor (P_2O_5)	5,54 ppm	
3.	Kalium (K_2O)	1,34 %	
4.	Kalsium (Ca)	460mg/100g	

1.2.5. Ampas Kopi

Kopi merupakan salah satu sumber devisa Indonesia dan memegang peranan penting dalam pengembangan industri perkebunan. Kopi merupakan salah satu komoditas penyegar utama yang sangat potensial di Indonesia. Dalam kurun waktu 20 tahun, luas areal dan produksi perkebunan kopi di Indonesia, khususnya perkebunan kopi rakyat mengalami perkembangan yang sangat signifikan. Pada tahun 1980, luas areal dan produksi perkebunan kopi rakyat masing-masing sebesar 663 ribu hektar dan 276 ribu ton, dan pada tahun 2009 terjadi peningkatan luas areal dan produksi yang masing-masing sebesar 1.241 juta hektar dan 676 ribu ton (Ditjenbun, 2010). Tahun

2010 luas areal kopi di Indonesia mencapai 1.210.000 ha dengan produksi 686.920 ton, ekspor 433.600 ton dengan nilai USD 814,3 juta.

Sampai saat ini, limbah kulit kopi belum dimanfaatkan petani secara optimal. Limbah kulit kopi yang selama ini dianggap sebagai bahan sisa produksi kopi bubuk, ternyata memiliki manfaat dan kegunaan yang banyak dalam kehidupan, khususnya pada bidang pertanian. Hasil penelitian Pusat Penelitian Kopi dan Kakao (2012) menunjukkan bahwa kadar C-organik kulit buah kopi adalah 45,3 %, kadar nitrogen 2,98%, fosfor (P_2O_5) 0,18% dan kalium (K_2O) 2,26%. Selain itu, kulit buah kopi juga mengandung unsur Ca, Mg, Mn, Fe, Cu, dan Zn. Satu hektar areal pertanaman kopi akan memproduksi limbah segar sekitar 1,8 ton setara dengan produksi tepung limbah 630 kg. Bahputra *et al.* (2013) menyatakan bahwa pemberian pupuk organik kulit kopi mampu meningkatkan jumlah daun bawang merah hingga 24,96 %, diameter umbi 29,59 %, dan meningkatkan produksi bawang merah per plot 50% dengan pemberian 90 g per tanaman.

Setiap harinya sebagian masyarakat di dunia mengkonsumsi kopi. Namun banyak yang tidak tahu jika ampas kopi berguna bagi tanaman jika telah diproses (diolah) menjadi kompos. Seperti pernyataan Aisyah (2013) yang menyebutkan bahwa hingga sekarang ampas kopi hanya menjadi limbah. Padahal, ampas kopi merupakan sumber pupuk organik yang ekonomis dan ramah lingkungan.

Ampas kopi mampu menambah asupan nitrogen, fosfor, dan kalium yang dibutuhkan oleh tanaman sehingga tanaman tumbuh dengan sehat. Ampas kopi merupakan bahan pupuk organik yang ekonomis dan ramah lingkungan (Losito, 2011). Ampas kopi (Gambar 1.5) mengandung nitrogen 2,28%, fosfor (P_2O_5) 0,06%, dan kalium (K_2O) 0,6%. Nilai pH ampas

kopi sedikit asam berkisar antara 5,6 - 6,2 pada skala pH (Tabel 1.7), dengan C/N ratio 19,68 - 26,6. Selain beberapa unsur tersebut, ampas kopi juga mengandung magnesium (Mg), sulfur (S), dan kalsium (Ca) yang berguna untuk menunjang pertumbuhan dan perkembangan tanaman.



Gambar 1.5. Ampas kopi yang hingga sekarang masih dianggap sebagai limbah

Tabel 1.7. Kandungan unsur hara pada ampas kopi

No.	Unsur Hara	Jumlah	Sumber
1.	C-organik	44,87 %	Kasongo <i>et al.</i> , 2010
2.	Na	0,04 %	
3.	Nitrogen (N)	1,69 - 2,28 %	Kasongo <i>et al.</i> , 2010 dan Losito, 2011
4.	Fosfor (P ₂ O ₅)	0,06 - 0,18 %	
5.	Kalium (K ₂ O)	0,6 - 2,49 %	
6.	pH	5,6 - 6,2	

1.2.6. Ampas Tebu

Ampas tebu atau lazimnya disebut *bagasse* (Gambar 1.6), adalah hasil samping dari proses ekstraksi (pemerahan) cairan tebu. Pada penggilingan batang tebu menjadi olahan air tebu menghasilkan beberapa limbah padat diantaranya *bagasse* dan blotong. Ampas tebu (*bagasse*) adalah sisa penggilingan dan pemerahan tebu berupa serpihan serabut lembut batang tebu yang diperoleh dalam jumlah besar.

Biasanya ampas tebu yang dihasilkan 30-40% dari bobot tebu yang digiling, sedangkan blotong merupakan limbah padat yang dihasilkan dari proses pemurnian nira dengan jumlah 3,8% dari bobot tebu (Imayana, 2012). Blotong sebagaimana dikenal dengan sebutan “*filter press mud*” merupakan bahan yang cukup baik untuk dijadikan sebagai bahan pupuk organik, karena bahan tersebut dapat berfungsi untuk memperbaiki kesuburan tanah melalui perbaikan tekstur tanah yang dicirikan dari sifat fisik tanah, khususnya meningkatkan kapasitas menahan air, menurunkan laju pencucian hara dan memperbaiki drainase tanah. Manfaat lain dari blotong yakni berfungsi untuk menetralkan pengaruh Al³⁺, yang dapat menyebabkan ketersediaan P dalam tanah lebih tersedia (Leovisi, 2012).

Menurut Marum *et al.*, (2012), biasanya ampas tebu berasal dari limbah padat industri gula di Indonesia, dimana 47,77% berupa limbah padat dan masih memiliki kandungan air 48-52%. Biasa pada industri gula sebagian besar *bagasse* yang dihasilkan oleh pabrik gula dimanfaatkan sebagai bahan bakar boiler dan sekitar 1,6% dari bobot bagasse tersebut tersisa atau tidak dimanfaatkan. Ampas tebu juga dapat ditemukan sebagai limbah pasar atau limbah masyarakat yang termasuk ke dalam limbah organik melalui pedagang es tebu jika dikaitkan dengan Peraturan Pemerintah No. 18/1999 Jo. PP 85 (1999) yang mengatakan limbah didefinisikan sebagai sisa atau buangan dari suatu usaha dan atau kegiatan manusia.

Pemanfaatan ampas tebu tidak hanya untuk bahan bakar mesin ketel (*boiler*) namun juga dapat dimanfaatkan sebagai pulp, papan partikel, bahan pakan, serta dapat juga dimanfaatkan sebagai kompos (Miaran, 2005). Ampas tebu atau *bagasse* memiliki

kandungan bahan organik yang tinggi yakni mencapai 74,1%. Ampas tebu mengandung sejumlah unsur hara seperti nitrogen, fosfor, dan kalium (Tabel 1.8). Ampas tebu juga memiliki kandungan yang terdiri atas selulosa 52,42%, hemiselulosa 25,8%, lignin 21,69%, abu 2,73%, ethanol 1,66%, serta kadar serat yang cukup tinggi sekitar 44%-48%. Kandungan serat pada ampas tebu yang tinggi berkaitan dengan nisbah C/N. Kendala utama dalam proses pengomposan limbah ampas tebu adalah nisbah C/N yang tinggi yaitu sekitar 220, sehingga menyebabkan proses pengomposan menjadi lama.

Tabel 1.8. Kandungan unsur hara pada ampas tebu

No.	Unsur Hara	Jumlah	Sumber
1.	Nitrogen (N)	0,30%	Ningsih dan Nusyirwan, 2018
2.	Fosfor (P ₂ O ₅)	0,02%	
3.	Kalium (K ₂ O)	0,14%	
4.	Kalsium (Ca)	0,06%	
5.	Magnesium (Mg)	0,04%	



Gambar 1.6. Ampas tebu (*bagasse*) sebagai sumber bahan baku pembuatan pupuk organik

1.2.7. Limbah Baglog Jamur Tiram

Limbah baglog jamur tiram diperoleh dari baglog jamur yang merupakan campuran bahan-bahan seperti serbuk gergaji, kapur, dan lain-lain yang tidak habis terpakai pada saat dipergunakan untuk proses budidaya jamur tiram putih, tetapi sudah tidak efektif lagi untuk produksi jamur. Limbah baglog jamur tiram merupakan media tanam jamur tiram yang telah habis masa penen, limbah yang dihasilkan berupa baglog tua dan baglog kontaminan. Adanya limbah yang melimpah tanpa ada upaya pengolahan dari kelompok pembudidaya mengakibatkan adanya pencemaran udara dan tanah disekitar pembuangan limbah tersebut.

Padahal, disisi lain limbah baglog (Gambar 1.7) yang dihasilkan memiliki kandungan nutrisi yang dibutuhkan oleh tanaman dan dapat memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah (Tabel 1.9). Limbah media jamur yang dihasilkan pada dasarnya merupakan kompos organik yang telah mengalami proses dekomposisi sehingga pengolahan limbah ini tidak membutuhkan waktu lama untuk diubah menjadi pupuk organik siap pakai. Pada umumnya proses pembuatan pupuk organik secara alamiah memerlukan 2 sampai 3 bulan, sedangkan pembuatan pupuk organik dengan bahan baku limbah jamur tiram membutuhkan waktu lebih cepat yakni 1 bulan (Hunaepi *et al.*, 2018).

Komposisi baglog sebagai media tanaman jamur tiram adalah 80 – 95% serbuk kayu gergaji, 3 – 18% bekatul, 1% kapur, dan 1% gips memberikan pertumbuhan dan hasil jamur tiram segar yang baik. Cahyana dan Muchroji (2002) menyatakan bahwa kayu atau serbuk kayu gergaji yang digunakan sebagai tempat tumbuh jamur mengandung serat organik selulosa, hemiselulosa, serat, lignin, dan karbohidrat.

Penggunaan limbah baglog jamur tiram putih sebagai bahan pupuk organik memiliki prospek yang sangat baik mengingat harga pupuk anorganik yang semakin mahal dan kebutuhan pertanian serta perkebunan akan pupuk juga semakin tinggi. Oleh karena itu, penyediaan pupuk organik menjadi sangat penting, khususnya pada daerah-daerah pertanian dan perkebunan sehingga penggunaan pupuk anorganik dapat mulai berkurang dan produksi dapat ditingkatkan.

Sesungguhnya, kesuburan tanah tidak terlepas dari adanya bahan organik, karena bahan organik memiliki peranan penting dalam perubahan sifat-sifat tanah, yakni sifat fisik, kimia, dan biologi tanah.

Nugroho (2012) menyatakan bahwa dengan pemberian bahan organik, struktur tanah yang tadinya padat dapat berubah menjadi remah sehingga dapat memperbaiki infiltrasi, air dapat diserap tanah lebih cepat sehingga erosi dan aliran permukaan dapat berkurang. Jika tanah kaya akan bahan organik maka populasi organisme tanah juga akan meningkat. Sebagaimana diketahui organisme tanah berperan baik dalam mendorong perbaikan status kesuburan tanah, baik kesuburan fisik, kesuburan kimia, ataupun kesuburan biologi tanah.

Hasil penelitian Atini *et al.* (2018) memperlihatkan bahwa aplikasi kompos limbah baglog jamur tiram putih 500 g per polibag pada tanaman okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench) mempercepat waktu panen menjadi 64 hst, jumlah buah per tanaman 8,75, panjang buah 10,70cm, dan dengan berat 10,83g.



Gambar 1.7. Limbah baglog jamur tiram yang belum banyak dimanfaatkan

Tabel 1.9. Kandungan unsur hara pada baglog jamur tiram

No.	Unsur Hara	Jumlah	Sumber
1.	C-organik	22,59 – 49,00 %	Rahmah <i>et al.</i> , 2014 dan Sulaiman, 2011
2.	Nitrogen (N)	0,6 – 1,39 %	
3.	Fosfor (P ₂ O ₅)	0,7 – 1,31 %	
4.	Kalium (K ₂ O)	0,02 – 1,78 %	
5.	C/N rasio	16,51	Rahmah <i>et al.</i> , 2014

1.2.8. Limbah Kulit Pisang

Pisang kepek (*Musa paradisiaca formatypica*) adalah salah satu buah yang banyak dikonsumsi masyarakat di Kalimantan Selatan, khususnya di Kota Banjarbaru dan Kota Banjarmasin. Tingginya konsumsi pisang kepek ini mengakibatkan kulit pisang kepek akan semakin banyak dan biasanya terbuang menjadi sampah. Padahal limbah kulit pisang ini dapat dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan pupuk organik padat dan pupuk organik cair (POC). Pada sisi lain, limbah kulit pisang mengandung serat yang sangat halus dengan kandungan selulosa yang tinggi yakni 60-65%, hemiselulosa 6-8%, dan lignin 5-10%.

Limbah kulit pisang jumlahnya sekitar 1/3 dari buah pisang yang belum dikupas. Sejauh ini pemanfaatan kulit pisang masih kurang, hanya sebagian masyarakat yang memanfaatkannya sebagai pakan ternak. Limbah ini cukup menarik perhatian karena kulit pisang terkadang hanya dibuang begitu saja di tempat sampah tanpa ada pengolahan lebih lanjut hingga lama-kelamaan memberikan efek bau yang kurang sedap pada lingkungan sekitar.

Kulit pisang (Gambar 1.8) mengandung unsur hara yang dibutuhkan tanaman, salah satunya yaitu unsur nitrogen. Nitrogen merupakan unsur penyusun yang penting dalam sintesa protein. Sebagian besar dari nitrogen total dalam air dapat terikat sebagai nitrogen organik, yaitu dalam bahan-bahan berprotein. Senyawa-senyawa nitrogen terdapat dalam bentuk terlarut atau sebagai bahan tersuspensi (Manis, 2017). Jenis nitrogen di air meliputi nitrogen organik, amonia, nitrit, dan nitrat. Peranan utama nitrogen bagi tanaman adalah untuk merangsang pertumbuhan secara keseluruhan, khusus batang, cabang, dan daun. Selain itu, nitrogen berperan penting dalam

pembentukan hijau daun yang sangat berguna dalam proses lainnya. Fungsi lainnya adalah membentuk protein, lemak, dan berbagai persenyawaan organik lainnya (Hakim, 2009). Beberapa unsur hara mineral yang dibutuhkan oleh tanaman dan terkandung dalam kulit pisang disajikan pada Tabel 1.10.

Tabel 1.10. Kandungan unsur hara pada limbah kulit pisang

No.	Unsur Hara	Jumlah	Sumber
1.	C-organik	7,32%	Sriharti dan Takiyah, 2008
2.	N-total	0,21%	
3.	Fosfat (P ₂ O ₅)	0,07%	
4.	Kalium (K ₂ O)	0,88%	



Gambar 1.8. Limbah kulit pisang yang banyak dibuang dan menjadi sampah dapat digunakan sebagai bahan pembuatan kompos

1.2.9. Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit

Produksi minyak kelapa sawit kasar Indonesia mencapai 6 juta ton per tahun yang secara bersamaan dihasilkan pula limbah tandan kosong kelapa sawit (TKKS) dengan potensi sekitar 2,5 juta ton per tahun. Di pabrik minyak kelapa sawit, TKKS dulunya hanya dibakar begitu saja. Pembakaran TKKS sekarang telah dilarang karena adanya kekhawatiran pencemaran

lingkungan, sehingga menimbulkan keluhan atau masalah bagi masyarakat.

Tandan kosong kelapa sawit merupakan limbah utama dari industri pengolahan kelapa sawit. Basis satu ton tandan buah segar (TBS) yang diolah akan dihasilkan minyak sawit kasar (CPO) sebanyak 0,21 ton (21%) serta minyak inti sawit (PKO) sebanyak 0,05 ton (5%) dan sisanya merupakan limbah dalam bentuk tandan buah kosong 23%, serat 13,5%, dan cangkang biji 5,5%.

Tandan kosong kelapa sawit, menurut Suwarno (2008) merupakan sumber bahan organik yang kaya unsur hara N, P, K, dan Mg. Jumlah tandan kosong kelapa sawit diperkirakan sebanyak 23% dari jumlah tandan buah segar yang di olah. Ketersediaan tandan kosong kelapa sawit di lapangan cukup besar dengan peningkatan jumlah dan kapasitas pabrik kelapa sawit untuk menyerap tandan buah segar yang dihasilkan.

Tandan kosong kelapa sawit (Gambar 1.9) mempunyai potensi yang besar untuk digunakan sebagai bahan penyubur tanah karena sifat kimia dan fisik yang dapat memperbaiki kondisi tanah. Jika dibandingkan dengan bahan penyubur tanah lainnya, tandan kosong kelapa sawit merupakan salah satu pupuk organik yang mengandung kalium (K) cukup tinggi selain kandungan nitrogen (N) dan fosfor (P).

Tandan kosong kelapa sawit memiliki fungsi ganda, yakni sebagai menambah hara dalam tanah dan meningkatkan kandungan bahan organik tanah yang sangat diperlukan bagi perbaikan sifat fisik tanah. Dengan meningkatnya bahan organik tanah, maka struktur tanah semakin mantap dan kemampuan tanah menahan air juga akan bertambah baik. Perbaikan sifat fisik tanah tersebut berdampak positif terhadap pertumbuhan akar dan penyerapan unsur hara oleh tanaman. Pemanfaatan tandan kosong kelapa

sawit sebagai bahan pembenah tanah dan sumber hara ini dapat dilakukan dengan cara aplikasi langsung sebagai mulsa atau dibuat menjadi kompos (Gambar 1.10). Kompos tandan kosong kelapa sawit yang memiliki nilai ekologi dan ekonomi yang tinggi. Hal ini didukung dengan semakin meningkatnya permintaan pupuk kompos sebagai salah satu bentuk dari asupan organik bagi tanaman dewasa ini. Kandungan hara tandan kosong kelapa sawit disajikan pada Tabel 1.11.

Tabel 1.11. Kandungan unsur hara tandan kosong kelapa sawit

No.	Unsur Hara	Jumlah	Sumber
1.	C-organik	42,8 %	Darmosarkoro dan Rahutomo, 2007
2.	Nitrogen	0,8 %	
3.	Fosfor (P ₂ O ₅)	0,22 %	
4.	Kalium (K ₂ O)	0,29 %	
5.	Magnesium (Mg)	* 0,30 %	
6.	Boron	10 %	
7.	Cuprom (Cu)	23 %	
8.	Zink (Zn)	51 %	



Gambar 1.9. Tandan kosong kelapa sawit (TKKS)



Gambar 1.10. Kompos tandan kosong kelapa sawit. **A.** 1 kg TKKS + 0,5 kg dedak + 0,2 L air kelapa + 0,2 L EM4 + 0,5 kg pupuk kandang; **B.** 1 kg TKKS + 0,5 kg dedak + 0,1 L air kelapa + 0,1 L EM4 + 0,5 kg pupuk kandang (Jaya *et al.*, 2014)

1.2.10. Kotoran Sapi

Kotoran sapi adalah limbah hasil pencernaan sapi dan hewan dari sub-family *Bovinae* lainnya. Kotoran sapi (Gambar 1.12) memiliki warna yang

bervariasi dari kehijauan hingga kehitaman, tergantung makanan yang dimakannya. Setelah terpapar udara, warna dari kotoran sapi cenderung menjadi gelap. Kotoran sapi adalah limbah dari usaha peternakan sapi yang bersifat padat dan dalam proses pembuangannya sering bercampur dengan urin dan gas, seperti metana dan amoniak.

Pupuk kandang dari kotoran sapi memiliki kandungan serat yang tinggi. Serat atau selulosa ini merupakan senyawa rantai karbon yang akan mengalami proses dekomposisi lebih lanjut. Proses dekomposisi senyawa tersebut memerlukan unsur nitrogen yang terdapat dalam kotoran. Dengan demikian, kotoran sapi tidak dianjurkan untuk diaplikasikan dalam bentuk segar, perlu pematangan atau pengomposan terlebih dahulu.

Pupuk kandang sapi memiliki C/N rasio yang cukup tinggi >40. Tingginya kadar C dalam pukan sapi menghambat penggunaan langsung ke lahan pertanian karena akan menekan pertumbuhan tanaman utama. Penekanan terhadap pertumbuhan tanaman terjadi karena mikroba dekomposer akan menggunakan N yang tersedia untuk mendekomposisi bahan organik tersebut sehingga tanaman utama akan kekurangan N. Untuk memaksimalkan penggunaan pupuk kandang sapi harus dilakukan pengomposan agar menjadi kompos pupuk kandang sapi dengan rasio C/N di bawah 20. Kotoran sapi yang telah dikomposkan dengan sempurna atau telah matang memiliki ciri berwarna hitam gelap, teksturnya gembur, tidak lengket, suhunya dingin dan tidak berbau.

Kandungan unsur hara dalam kotoran sapi bervariasi tergantung pada keadaan tingkat produksinya, jenis, jumlah konsumsi pakan, serta individu ternak sendiri. Pada Tabel 1.12 disajikan

kandungan unsur hara yang terdapat pada kotoran sapi.

Tabel 1.12. Kandungan unsur hara yang terdapat pada kotoran sapi

No.	Unsur Hara	Jumlah	Sumber
1.	C-organik	8,69 - 10,42 %	Melsasail <i>et al.</i> , 2019
2.	Nitrogen (N)	0,68 - 0,88 %	
3.	Fosfor (P_2O_5)	0,22 - 0,34 %	
4.	Kalium (K_2O)	0,36 - 0,56 %	
5.	Kalsium (Ca)	0,2 %	Lingga, 1991



Gambar 1.11. Kotoran sapi salah satu bahan pembuatan kompos

1.2.11. Kotoran Ayam

Pemanfaatan pupuk kandang (pukan) ayam termasuk luas. Umumnya pengguna pupuk kandang ayam adalah petani sayuran dengan cara memperolehnya dari luar wilayahnya, misalnya petani kentang di Dieng mendatangkan pukan ayam yang disebut dengan *chicken manure* (CM) atau kristal dari Malang, Jawa Timur. Penggunaan pupuk kotoran ayam oleh petani sayur, khususnya petani sayur di Kecamatan Landasan Ulin, Kota Banjarbaru Kalimantan Selatan karena pupuk kandang ini tidak membawa biji gulma sehingga saat diaplikasikan ke tanah, gulma lebih lambat tumbuh dibandingkan dengan pupuk kandang sapi.

Pupuk kandang ayam bisa berasal dari kandang ayam kampung yang bisanya dipelihara masyarakat secara umum. Akan tetapi kotoran ayam kampung biasanya relatif tidak banyak jumlahnya. Petani biasanya memanfaatkan kotoran kandang ayam broiler yang dipelihara dalam jumlah yang banyak dan biasanya dipanen pada waktu tertentu secara terjadwal.

Pupuk kandang ayam *broiler* mempunyai kadar hara P yang relatif lebih tinggi dari pupuk kandang lainnya. Kadar hara ini sangat dipengaruhi oleh jenis pakan konsentrat yang diberikan. Selain itu, dalam kotoran ayam tersebut tercampur sisa-sisa makanan ayam serta sekam sebagai alas kandang yang dapat menyumbangkan tambahan hara ke dalam pupuk kandang ayam yang bermanfaat terhadap sayuran.

Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi pupuk kandang ayam selalu memberikan respon tanaman yang terbaik pada musim pertama. Hal ini terjadi karena pukan ayam relatif lebih cepat terdekomposisi serta mempunyai kadar hara yang

cukup jika dibandingkan dengan jumlah unit yang sama dengan pupuk kandang lainnya (Widowati *et al.*, 2005). Menurut Hartatik dan Widowati (2006), pemanfaatan pupuk kandang ayam ini bagi pertanian organik menemui kendala karena pupuk kandang ayam mengandung beberapa hormon yang dapat mempercepat pertumbuhan ayam.

Pupuk kandang ayam (Gambar 1.12) biasanya diambil dalam bentuk campuran dengan sekam padi, terutama untuk kotoran ayam pedaging (*broiler*). Sekam padi digunakan oleh peternak ayam sebagai alas kandang. Ketika kandang dibersihkan kotoran akan bercampur dengan sekam tersebut. Namun demikian, sekam padi ikut memperkaya unsur hara terutama untuk unsur K. Kotoran ayam *broiler* juga mengandung unsur P yang lebih tinggi. Tabel 1.13 memperlihatkan kandungan unsur hara pada kompos kotoran ayam. Kompos kotoran ayam adalah pupuk organik berbahan kotoran ayam yang telah melalui proses pengomposan (fermentasi) oleh mikroorganisme perombak.

Tabel 1.13. Unsur hara pada kompos kotoran ayam

No.	Unsur Hara	Jumlah	Sumber
1.	C-organik	12,23 %	Tufaila <i>et al.</i> , 2014
2.	Nitrogen (N)	1,77 %	
3.	Fosfor (P_2O_5)	27,45 mg 100.g ⁻¹	
4.	Kalium (K_2O)	3,21 mg 100.g ⁻¹	
5.	CaO	4,0 %	Lingga, 1991



Kotoran ayam di lorong kiri

Kotoran ayam di lorong tengah

Kotoran ayam di lorong kanan



Gambar 1.12. Kotoran ayam yang biasanya digunakan sebagai pupuk tanaman sayuran

1.2.12. Kotoran Kambing

Tekstur atau tampilan dari kotoran kambing adalah khas (Gambar 1.13), karena berbentuk butiran-butiran yang agak sukar dipecah secara fisik sehingga sangat berpengaruh terhadap proses dekomposisi dan proses penyediaan haranya. Nilai rasio C/N pukan kambing umumnya masih di atas 30. Pupuk kandang yang baik harus mempunyai rasio C/N <20, sehingga pukan kambing akan lebih baik penggunaannya bila dikomposkan terlebih dahulu. Kalaupun akan digunakan secara langsung, pupuk kandang kambing akan memberikan manfaat yang lebih baik pada musim kedua pertanaman. Kadar air pupuk kandang kambing relatif lebih rendah dari pukan sapi dan sedikit lebih tinggi dari pukan ayam. Kadar hara pupuk kandang kambing mengandung kalium (K) yang relatif lebih

tinggi dari pukan lainnya (Tabel 1.14). Sementara kadar hara N dan P hampir sama dengan pupuk kandang lainnya (Hartatik dan Widowati, 2006).



Gambar 1.13. Kotoran kambing yang memiliki tekstur yang khas

Tabel 1.14. Kandungan unsur hara pada kotoran kambing

No.	Unsur Hara	Jumlah	Sumber
1.	pH	8,31	Sinuraya dan Melati, 2019
2.	C-organik	14,80	
3.	N-total	1,70 %	
4.	Fosfor (P ₂ O ₅)	0,65 %	
5.	Kalium (K ₂ O)	6,52 %	
6.	C/N ratio	8,70	

1.2.13. Kotoran Burung Puyuh

Burung puyuh merupakan unggas yang diberi pakan yang berasal dari pabrik dan biasanya ransum tersebut banyak mengandung protein dan mineral. Hewan yang diberi ransum yang banyak mengandung protein dan mineral akan menghasilkan kotoran dan air kencing (urine) yang juga tinggi kandungan nitrogen dan mineral lainnya.

Kotoran burung puyuh (Gambar 1.14 dan 1.15) merupakan salah satu contoh permasalahan yang ada di bidang peternakan. Banyak kasus yang telah menunjukkan bahwa peternak puyuh umumnya membuang kotoran burung puyuh tanpa dimanfaatkan terlebih dahulu sehingga menyebabkan pencemaran

terhadap lingkungan. Padahal disisi lain, kotoran puyuh sangat sayang apabila dibuang tanpa dimanfaatkan. Kotoran burung puyuh dapat diolah menjadi pupuk organik untuk menjadi pupuk tanaman padi, melon, bawang merah, ataupun komoditas sayuran lainnya.

Kotoran burung puyuh mengandung unsur N, P, K (Tabel 1.15) dan unsur hara lainnya sehingga kotoran puyuh dapat dimanfaatkan dari pada terbuang begitu saja. Menurut Ramayulis dan Nilawati (2009), kotoran puyuh mengandung kadar protein tinggi serta banyak mengandung unsur hara makro maupun mikro.

Tabel 1.15. Kandungan unsur hara pada kotoran burung puyuh

No.	Unsur Hara	Jumlah	Sumber
1.	Nitrogen (N)	0,061 – 3,19 %	Herawati <i>et al.</i> , 2017; Huri & Syafriadiman, 2007)
2.	Fosfor (P ₂ O ₅)	0,209 – 1,37 %	
3.	Kalium (K ₂ O)	3,133 %	



Gambar 1.14. Kotoran burung puyuh sudah dikemas dan diperjual belikan



Gambar 1.15. Kotoran burung puyuh sebagai sumber bahan baku pembuatan kompos

1.3. Peranan Kompos dalam Pertanian Berkelanjutan

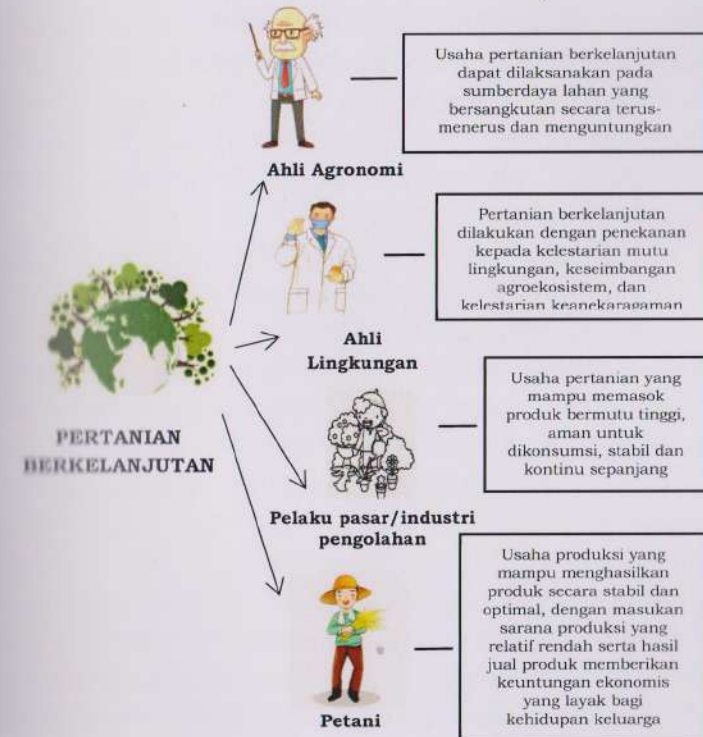
Berbagai praktek usaha pertanian konvensional yang selama ini dilaksanakan oleh para pelakunya masih dirasakan belum memperhatikan kelestarian lingkungan. Usaha pertanian selain menghasilkan berbagai produk yang ditawarkan kepada konsumen, juga dapat menimbulkan berbagai dampak negatif

antara lain: polusi udara dari gas metan, polusi tanah, air dan udara dari pestisida dan herbisida, polusi perairan dan udara dari sisa pupuk yang tidak diserap oleh tanaman, serta erosi tanah oleh angin dan air. Dampak negatif yang ditimbulkannya sangat tergantung dari pola usahatani yang diterapkan oleh para pelaku usaha pertanian (Dimiyati *et al.*, 1998).

Usahatani intensif di lahan sawah telah menciptakan masalah generasi kedua yaitu petani sangat tergantung pada penggunaan masukan luar (*agro input external*) dalam jumlah yang tidak rasional. Hal ini terjadi pada tanaman padi dan sayuran dataran rendah yang juga mencemari tanah, air maupun udara. Menurut Cassman *et al.* (1993) dari takaran pupuk yang diberikan pada tanaman padi hanya sebagian kecil yang digunakan oleh tanaman, sebagian besar menjadi sumber polusi air dan udara. Sebagai contoh, hanya antara 30-50 persen pupuk N yang diserap oleh tanaman. Bahkan menurut Dimiyati *et al.* (1998), efisiensi pupuk P dan K lebih rendah yaitu hanya 15-20% pada lahan irigasi dan hanya 10-15% pada lahan kering. Usahatani seperti ini mempunyai potensi tidak terlanjutkan yang cukup tinggi yang ditunjukkan oleh: (1) kandungan bahan organik, hara makro dan mikro, serta populasi mikroba di dalam tanah makin berkurang, (2) makin menurunnya daya serap air tanah karena peningkatan fraksi pasir tanah dan dangkalnya lapisan lumpur, dan (3) meningkatnya risiko kegagalan panen.

Pertanian berkelanjutan secara umum berarti bahwa pemanfaatan sumberdaya lahan, air dan bahan tanaman untuk usaha produksi bersifat lestari menghasilkan produk pertanian secara ekonomis dan menguntungkan. Menurut Untung (1997), pertanian berkelanjutan (*sustainable agriculture*) adalah pemanfaatan sumber daya yang dapat diperbaharui

(renewable resources) dan sumberdaya tidak dapat diperbaharui (*unrenewable resources*) untuk proses produksi pertanian dengan menekan dampak negatif terhadap lingkungan seminimal mungkin. Pertanian berkelanjutan berarti usaha pertanian dapat dilaksanakan pada sumberdaya lahan yang bersangkutan secara terus-menerus dan menguntungkan. Namun pemaknaan yang demikian baru ditinjau dari segi agronomis produksi. Ahli lingkungan mungkin menghendaki pertanian berkelanjutan dengan menekankan kepada kelestarian mutu lingkungan, keseimbangan agroekosistem, dan kelestarian keanekaragaman hayati. Pada pihak lain, para pelaku industri pengolahan, *supplier* produk pertanian dan pelaku pasar, mungkin memaknai pertanian berkelanjutan sebagai usaha pertanian yang mampu memasok produk bermutu tinggi, aman untuk dikonsumsi, stabil dan kontinyu sepanjang masa. Bagi petani, sebagai pelaku utama usaha pertanian, memaknai usaha pertanian berkelanjutan sebagai usaha produksi yang mampu menghasilkan produk secara stabil dan optimal, dengan masukan sarana produksi yang relatif rendah serta hasil jual produk memberikan keuntungan ekonomis yang layak bagi kehidupan keluarga (Gambar 1.16) (Sumarno, 2018).



Gambar 1.16. Pemaknaan yang berbeda tentang pertanian berkelanjutan dari berbagai pihak

Dalam konteks kemampuan untuk mencapai sasaran, sistem usaha pertanian berkelanjutan mengandung pengertian bahwa dalam jangka panjang sistem tersebut harus mampu:

- 1) mempertahankan atau meningkatkan kualitas lingkungan
- 2) mampu menyediakan insentif sosial dan ekonomi bagi semua pelaku dalam sistem produksi
- 3) mampu memproduksi yang cukup dan setiap penduduk memiliki akses terhadap produk yang dihasilkan.

Belanjutnya, menurut Coway (1985) pertanian berkelanjutan juga mencerminkan hal sebagai berikut:

- 1) keberhasilan pengelolaan sumberdaya pertanian untuk memenuhi kebutuhan manusia
- 2) kelestarian sumberdaya dan lingkungan dapat dipertahankan, produktivitas dapat dipertahankan sekalipun dibawah cekaman lingkungan biofisik maupun sosial-ekonomi.

Saptana *et al.* (2018) menyatakan bahwa berbagai konsep perbaikan sistem produksi padi dan pangan lainnya telah diajukan agar produktivitas pertanian tetap tinggi, bersifat ramah lingkungan dan berkelanjutan, serta dalam batas-batas tertentu lebih menguntungkan. Beberapa konsep perbaikan yang diajukan, diantaranya adalah Agroekoteknologi (Sumarno dan Suyamto, 1998), Usahatani Ramah Lingkungan (Sumarno *et al.* 2000), Sistem Integrasi Tanaman dan Ternak (Pasandaran *et al.* 2005; Ilham *et al.* 2014), Pengelolaan Sumberdaya dan Tanaman Terpadu (PTT) yang implementasinya dilakukan dengan Gerakan Penerapan Pengelolaan Sumberdaya terpadu (GP-PTT) (Makarim dan Las, 2005), Teknologi Hijau Lestari (Sumarno, 2006), dan Pembangunan Pertanian Berkelanjutan melalui Strategi Kemitraan Usaha (Saptana dan Ashari, 2007). Prinsip utama dari konsep-konsep tersebut adalah pengurangan penggunaan pupuk kimia dan menggantinya dengan penggunaan pupuk kompos untuk kesehatan dan kesuburan tanah yang lebih baik, serta pengurangan penggunaan pestisida dan menggantinya dengan penggunaan kontrol biologis untuk mengurangi kerusakan yang disebabkan oleh hama. Selain itu, biomassa dan hasil samping atau limbah yang dihasilkan dari tanaman pangan (jerami padi, tongkol dan tebon jagung, sekam padi, dan lain-lain) atau limbah perkebunan (seperti tandan kosong kelapa sawit) dapat digunakan sebagai sumber atau bahan pembuatan kompos atau sebagai pakan ternak.

Kompos (limbah pertanian, limbah peternakan, limbah rumah tangga, dan limbah pasar organik yang telah dikomposkan atau difermentasi) merupakan salah satu pupuk paling alami yang banyak digunakan untuk mendukung kegiatan di bidang pertanian. Pupuk kompos atau sering disebut kompos menjadi alternatif yang dikembangkan akhir-akhir ini mengingat kondisi tanah yang mulai memburuk akibat aplikasi pupuk anorganik yang terus-menerus. Kompos merupakan hasil penguraian bahan organik yang dapat dipercepat dengan penambahan mikroorganisme perombak (*decomposer*) sehingga dapat mempercepat proses pengomposan. Menurut Thesiwati (2018), pengomposan adalah proses dimana bahan organik mengalami penguraian secara biologis oleh mikroba-mikroba yang memanfaatkan bahan organik sebagai sumber energi. Untuk memperoleh kualitas kompos yang baik perlu diperhatikan proses pengomposan dan kematangan bahan. Kompos yang matang memiliki kandungan unsur hara lebih tinggi dibandingkan dengan kompos yang belum matang dan biasanya relatif tidak menimbulkan bau.

Sumber bahan yang dapat dipakai atau digunakan sebagai kompos, adalah:

- 1) pertanian, antara lain limbah dan residu tanaman, jerami dan sekam padi, gulma, batang dan tongkol jagung, semua bagian vegetatif tanaman batang pisang dan sabut kelapa, limbah dan residu ternak (seperti kotoran padat, limbah cair atau urine, limbah pakan ternak, cairan biogas, tanaman air (seperti *asolla*, ganggang biru, enceng gondok)
- 2) industri, seperti limbah padat, antara lain serbuk gergaji kayu, blotong, kertas, ampas tebu, limbah kelapa sawit, limbah pengalengan makanan dan pemotongan hewan, limbah cair, seperti alkohol,

limbah pengolahan kertas, limbah pengolahan minyak kelapa sawit, dan

3) rumah tangga, seperti sampah padat rumah tangga dan sampah kota rumah tangga, serta limbah cair rumah tangga dan limbah cair pasar.

Kompos sebagai salah satu sumber bahan organik berperan terhadap sifat fisik tanah di antaranya dapat merangsang granulasi, memperbaiki aerasi tanah, serta meningkatkan kemampuan menahan air. Pemberian berbagai dosis kompos diharap mampu meningkatkan bahan organik yang nantinya akan menjadikan sifat fisik tanah bagus. Sifat fisik tanah yang bagus akan menyebabkan tanaman tumbuh optimal. Hasil penelitian Muyassir *et al.* (2012) memperlihatkan bahwa penambahan bahan organik dapat menurunkan berat isi sebesar $0,16 \text{ g.cm}^{-3}$, meningkatkan stabilitas agregat sebesar 21,33%, dan meningkatkan porositas sebesar 13,67% pada tanah Inceptisol. Pemberian kompos dapat menyebabkan perbaikan agregat semakin mantap sehingga struktur tanah menjadi remah. Struktur yang tanah yang remah akan menurunkan nilai berat isi tanah. Bahan organik yang terkandung di dalam tanah mempengaruhi perubahan berat isi tanah dimana semakin banyak bahan organik maka berat isi semakin rendah dibanding tanah yang memiliki bahan organik yang rendah. Selain itu, dekomposer pada kompos akan menyebabkan tanah semakin remah. Menurut Widodo dan Kusuma (2018), penambahan kompos pada tanah Inceptisol dapat menyebabkan struktur tanah menjadi gembur dan meningkat pori tanah yang nantinya akan menyebabkan akar tanaman mudah berkembang.

Selain itu, kompos juga berperan terhadap perbaikan sifat biologis tanah yakni meningkatkan aktivitas mikroorganisme yang dapat berperan pada fiksasi nitrogen serta transfer hara tertentu seperti N,

P, dan S, dan perbaikan sifat kimia tanah yakni meningkatkan kapasitas tukar kation sehingga dapat memengaruhi serapan hara oleh tanaman. Beberapa studi terkait manfaat kompos bagi tanah serta pertumbuhan tanaman, antara lain Abdurohim (2008) menunjukkan bahwa kompos dapat memberikan peningkatan kadar kalium pada tanah lebih tinggi daripada kalium yang bisa disediakan pupuk NPK, namun kadar fosfor tidak dapat menunjukkan perbedaan yang nyata dengan NPK. Hal ini dapat menyebabkan pertumbuhan tanaman yang ditelitinya ketika itu, caisim (*Brassica oleracea*), bisa menjadi lebih baik dibandingkan dengan NPK. Selanjutnya, hasil penelitian Handayani (2009), memperlihatkan bahwa pupuk cacing (*vermicompost*) dapat memberikan hasil pertumbuhan yang terbaik pada pertumbuhan bibit Balam (*Eugenia polyantha* Wight) pada media tanam yaitu *subsoil*. Hasil penelitiannya juga menunjukkan bahwa penambahan pupuk anorganik tidak memberikan efek apapun pada pertumbuhan bibit, mengingat media tanam *subsoil* adalah media tanam dengan pH yang rendah sehingga penyerapan hara tidak optimal.

Pemberian kompos akan dapat menambah bahan organik tanah sehingga meningkatkan kapasitas tukar kation tanah serta mempengaruhi serapan hara oleh tanah, walau tanah dalam keadaan masam. Pupuk kompos sangat bermanfaat dalam peningkatan produksi pertanian baik kualitas maupun kuantitas, mengurangi pencemaran lingkungan, dan meningkatkan kualitas lahan secara berkesinambungan. Pada masa sekarang dan akan datang, peranan kompos dalam mendukung pertanian yang berkelanjutan sangat besar. Penggunaan kompos dalam jangka panjang dapat meningkatkan produktivitas lahan dan dapat mencegah degradasi

lahan. Secara garis besar, manfaat kompos dari beberapa sisi seperti disajikan pada Gambar 1.17.

Selanjutnya, jika ditinjau dari sisi pertanian berkelanjutan yang berkehendak mengurangi penggunaan pupuk anorganik dan bahan kimia lainnya, Mohammad *et al.* (1999) menyebutkan bahwa pemberian kompos mengakibatkan penggunaan pupuk kimia menjadi lebih efisien. Pupuk kimia (pupuk anorganik) yang bisa dihemat mencapai 652 kg.ha⁻¹ untuk tomat, 1687 kg.ha⁻¹ untuk cabe, 675 kg.ha⁻¹ untuk *turfgrass*, dan 225 kg.ha⁻¹ untuk jeruk. Secara ekonomi, penghematan penggunaan pupuk kimia dan herbisida pada tanaman tomat adalah sebesar 48 dolar.ha⁻¹, untuk cabe 24 dolar.ha⁻¹, dan jeruk sebesar 34 dolar.ha⁻¹. Keadaan ini akan memberi peningkatan ekonomi bagi petani, khususnya petani pembudidaya tanaman. Apa yang disampaikan di atas memperlihatkan bagaimana manfaat kompos, baik dari sisi agronomis dan ekonomis seperti dinyatakan oleh Wahyono (2010) (Tabel 1.16).



Gambar 1.17. Manfaat kompos dari beberapa sisi pandangan

Tabel 1.16. Manfaat kompos dari sisi agronomis dan ekonomis

Konsumen Kompos	Manfaat Agronomis	Manfaat Ekonomis
Petani rumput	Pertumbuhan rumput cepat (cocok untuk masa konstruksi)	Menghemat pemakaian air
Usaha lapangan golf dan rancang tanam	Rumput dapat tersedia juga di musim panas	Mencegah pembelian rumput baru karena kekeringan
Lapangan golf	<ul style="list-style-type: none"> Aliran air dan udara lebih baik Mencegah erosi Menahan air lebih lama 	Menghemat penyiraman sampai setengah

	<ul style="list-style-type: none"> • Mencegah kerusakan rumput di musim kering • Tidak berbau dan mudah dipakai • Bebas gula dan fungi 	
Pertanian padi	<ul style="list-style-type: none"> • Bibit siap ditanam seminggu lebih cepat • Secara signifikan mengurangi lamanya waktu pembibitan 	Siklus produksi dapat dipercepat
Perkebunan sayur, buah, bunga & rempah-rempah seperti melon, seledri, timun, vanili, cengkeh, mangga, durian, bunga potong.	<ul style="list-style-type: none"> • Mencegah penyakit akar dan hama pada tanaman palawija, lada, vanili, cabe, tomat, jahe. • Aerasi dan drainase yang lebih baik membuat akar tumbuh lebih besar dan lebih sehat, seperti pada tanaman jahe, kunyit, bawang putih • Pengurangan pemakaian pupuk kimia berarti mengurangi pencemaran 	Mengurangi pemakaian pupuk kimia
<ul style="list-style-type: none"> • Usaha hortikultura dan usaha tanaman (pembibitan, sewa tanaman, rancang taman) • Penggemar tanaman hias (termasuk tanaman pot) 	Tidak berbau dan tidak berpotensi meracuni tanaman dan binatang (tidak seperti pupuk kandang)	

<ul style="list-style-type: none"> • HTI • Bunga potong 		
Tambak Udang	<ul style="list-style-type: none"> • Hasil dari pengusaha tambak • Masa pertumbuhan lebih cepat (dari 4,5 bulan menjadi 4 bulan) • Fisik lebih besar dan sehat karena lahan tambak lebih sehat (lebih sedikit bahan kimia yang masuk) dan kompos bersifat alami • Meningkatkan pertumbuhan plankton • Hasil dari percobaan tambak inti rakyat di Karawang • Ketahanan hidup udang naik • Kebutuhan makanan turun • Plankton tumbuh stabil • Lahan tambak lebih sehat 	<ul style="list-style-type: none"> • Mengurangi pemakaian input bahan kimia • Udang lebih besar dan sehat • Mencegah kerusakan lahan tambak • Dengan menambuh input kompos sekitar Rp. 50.000 per 0,5 ha, keuntungan bertambah minimal Rp. 500.000



BAB 2

METODE PENGOLAHAN KOMPOS LIMBAH PERTANIAN

2.1. Fase-Fase dalam Pengomposan

Pengomposan adalah proses dimana bahan organik mengalami penguraian secara biologis, khususnya oleh mikroorganisme yang memanfaatkan bahan organik sebagai sumber energi (Isroi, 2008). Menurut Sutanto (2002), pengomposan merupakan proses biologi oleh kegiatan mikroorganisme dalam mengurai bahan organik menjadi bahan semacam humus. Bahan yang terbentuk mempunyai berat volume yang lebih rendah daripada bahan dasarnya, stabil, dekomposisi lambat, dan sumber pupuk organik. Yurmiati & Hidayati (2008), menyatakan bahwa pengomposan adalah proses perombakan (dekomposisi) bahan-bahan organik dengan memanfaatkan peran atau aktivitas mikroorganisme. Melalui proses tersebut, bahan-bahan organik akan diubah menjadi kompos yang kaya dengan unsur-unsur hara baik makro ataupun mikro yang sangat diperlukan oleh tanaman. 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.

Di lingkungan alam terbuka, kompos bisa terbentuk dengan sendirinya. Proses pembusukan terjadi secara alami namun tidak dalam waktu yang singkat, melainkan secara bertahap. Lewat proses alami, rumput, daun-daunan, dan kotoran hewan serta sampah lainnya lama kelamaan membusuk karena adanya kerja sama antara mikroorganisme dengan cuaca. Lamanya proses pembusukan tersebut lebih kurang sekitar 5 minggu hingga 3 bulan. Namun jika kita ingin waktu yang lebih singkat, misalnya hanya 2 minggu, proses tersebut dapat dipercepat dengan

menggunakan dekomposer (bioaktivator perombak bahan organik), seperti *Trichoderma* sp.

Saat ini masyarakat selain mengenal kompos, juga mengenal bokashi. Bokashi atau “bahan organik kaya sumber hayati” merupakan salah pupuk organik yang proses dekomposisinya dipacu dengan mikroba dekomposer (mikroba pengurai) atau bisa juga dinamakan kompos fermentasi. Selain mengandung unsur hara makro dan mikro, bokashi juga mengandung senyawa organik, asam amino, protein, gula, alkohol dan mikroorganisme pengurai sendiri (Jumar, 2004).

Dari dua macam pupuk organik tersebut, lantas apa perbedaan kompos dan bokashi? Pada prinsipnya, kompos dan bokashi sama-sama menggunakan bahan organik sebagai bahan dasar pembuatannya. Akan tetapi bokashi lebih unggul dibandingkan dengan kompos (Tabel 2.1). Mengapa demikian? Bokashi merupakan bahan organik yang telah diolah dan difermentasi dengan menggunakan teknologi EM, sedangkan kompos tidak. Bila dilihat perbandingan antara kompos dan bokashi, kandungan hara pada bokashi lebih tinggi, periode proses pada tanaman lebih cepat, pengaruh terhadap tanah sempurna, energi yang hilang rendah dan populasi mikroorganisme dalam tanah lebih sempurna dibanding kompos. Keunggulan tersebut disebabkan karena selain menggunakan bahan organik, pada bokashi juga ada campuran molase (tetes tebu) atau larutan gula merah dan kandungan mikroorganisme dalam EM4 yang lengkap (Fitia, 2008).

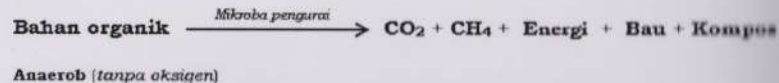
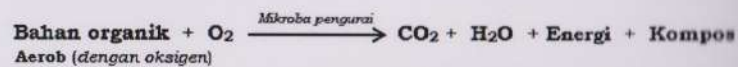
Tabel 2.1. Komposisi hara pada kompos dan bokashi

Unsur Hara (%)	Kompos ^{*)}	Bokashi ^{**)}
C-organik	15,2	30,03
N-total	0,59	1,13
Fosfor (P ₂ O ₅)	0,08	0,6
Kalium (K ₂ O)	0,26	0,82
Calcium (Ca)	-	0,34
Magnesium (Mg)	0,15	0,29
Natrium (Na)	-	0,42

Sumber: *) Sutanto, 2002

***) Raharjo dan Ajijah, 2006

Pada proses pengomposan terdiri atas 2 fase utama, yaitu: (1) Fase pertama mikroba merombak senyawa organik (senyawa kompleks) menjadi senyawa yang lebih sederhana dan akan menghasilkan panas sehingga temperatur meningkat (akibat aktivitas metabolisme). Volume tumpukan kompos akan berkurang secara drastis hingga 40-60% tergantung dari bahan komposnya. (2) Fase kedua, terjadi penurunan aktivitas mikroba karena berkurangnya substrat dan nutrisi yang tersedia dalam kompos. Akibatnya terjadi penurunan temperatur secara perlahan, kelembaban berkurang dan membentuk struktur remah. Proses tersebut dapat terjadi secara aerob maupun anaerob (Chen *et al.*, 2011; FAO, 2015). Biodegradasi bahan organik secara aerob akan menghasilkan CO₂, hara, dan melepaskan energi dalam bentuk panas, sedangkan pengomposan dalam suasana anaerob akan menghasilkan CO₂, hara, energi dan gas metan (CH₄).



Proses dekomposisi bahan organik secara aerob lebih cepat dan tidak menimbulkan bau karena tidak terbentuk senyawa antara (metabolit) yang dapat menimbulkan bau tidak sedap, sedangkan proses anaerob berjalan lebih lambat dan menimbulkan bau tidak sedap karena banyak senyawa hidro sulfida dan amonia yang terbentuk (lihat Tabel 2.2).

Mikroba yang berperan dalam proses biodegradasi (perombakan) tersebut ada yang hanya berperan dalam kondisi aerob, hanya berperan dalam kondisi anaerob, dan berperan dalam kondisi aerob maupun anaerob. Biodegradasi (penguraian hayati) bahan organik dilakukan oleh berbagai macam kelompok organisme heterotof, antara lain adalah bakteri, jamur, aktinomyces, dan protozoa. Mikroba tersebut bekerja membentuk suatu rangkaian sesuai dengan tahapan dalam proses tersebut. Artinya mikroba yang pertama aktif secara tidak langsung menciptakan kondisi bagi pertumbuhan dan perkembangan mikroba selanjutnya. Peranan bakteri dalam dekomposisi senyawa organik yang mudah dirombak (protein, karbohidrat, dan gula) sangat dominan karena tumbuh dan berkembang lebih cepat dibandingkan mikroba lainnya. Pada fase selanjutnya peranan jamur (fungi dan aktinomyces) lebih dominan karena lebih toleren terhadap kandungan air dan nitrogen yang rendah.

Tabel 2.2. Biodegradasi senyawa organik dalam kondisi aerob (memerlukan oksigen) dan anaerob (tidak membutuhkan oksigen)

Senyawa Organik	Enzim	Produk Akhir	
		Proses Aerob	Proses Anaerob
Protein	Proteinase	NH ₃ , Nitrit, nitrat, H ₂ S, H ₂ SO ₄ , alkohol, asam organik, CO ₂ , dan H ₂ S	Asam amino, ammonia, H ₂ S, alkohol, asam organik, CO ₂ , CH ₄ , fenol, dan indol
Karbohidrat	Karbohidrase	Alkohol, asam lemak, CO ₂ , dan H ₂ O	Alkohol, asam lemak, CO ₂ , dan H ₂ O
Lemak	Lipase	Asam lemak, gliserol, CO ₂ , dan H ₂ O	Asam lemak, gliserol, CO ₂ , dan H ₂ O

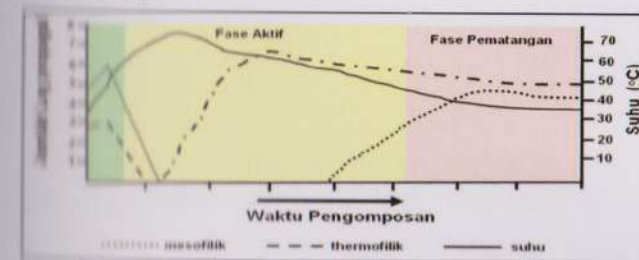
Sumber: Simarmata, 2005 & Simarmata *et al.*, 2012

Dalam proses pengomposan menurut Simarmata *et al.* (2000) terdapat 4 fase (Gambar 2.1 dan Gambar 2.2), yakni:

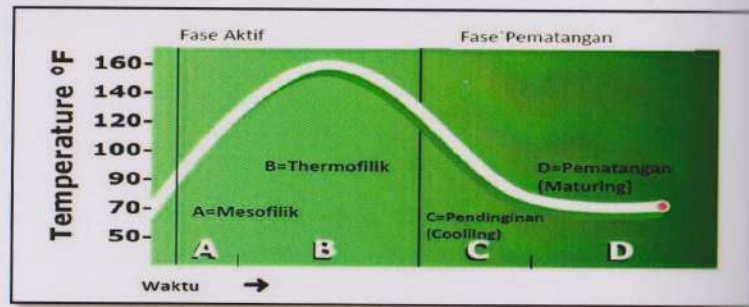
1. **Mesofilik**, yaitu kondisi tahap awal dengan pasokan oksigen dan kelembaban yang optimal akan memacu pertumbuhan dan perkembangan mikroba (bakteri, jamur dan aktinomyces). Aktivitas mikroba awal hingga temperature < 40°C dikenal juga sebagai fase mesofilik. Proses dekomposisi bahan organik tersebut akan melepaskan energi dalam bentuk panas sehingga temperatur akan meningkat. Aktivitas bakteri mesofilik akan terhenti pada temperatur > 40°C. Asam organik yang dihasilkan pada tahap ini akan menurunkan pH.
2. **Termofilik**, yaitu meningkatkan aktivitas mikroba menyebabkan kenaikan temperatur 40-60°C dan fase termofilik akan dicapai dalam waktu 4-6 hari. Proses dekomposisi tertinggi dicapai pada

temperatur 50-60°C. Meningkatkannya aktivitas mikroba termofilik (> 40°C) akan menghasilkan amoniak sehingga akan terjadi kenaikan pH. Pada temperatur > 60°C, aktivitas jamur termofilik akan terhenti, selanjutnya digantikan oleh kelompok bakteri dan aktinomyces hingga temperatur 70 – 80°C. Kenaikan suhu tersebut secara langsung akan mematikan berbagai jenis patogen dan bibit-bibit gulma. Apabila suhu melampaui 65 – 70°C, aktivitas mikroba dan proses dekomposisi senyawa organik akan terhambat karena suhu yang tinggi tersebut akan mematikan mikroba (Gambar 2.1 dan Gambar 2.2).

3. **Pendinginan**, yaitu berkurangnya substrat dan tingginya temperatur akan menimbulkan kematian pada mikroba dan aktivitas metabolisme menurun. Dengan demikian temperatur akan turun kembali ke fase awal, yakni saat mulai pengomposan (temperatur ruang).
4. **Matang**, yaitu temperatur kompos sudah stabil dengan C/N berkisar 10-12. Pada fase ini senyawa humus (sisa perombakan) sudah terbentuk. Jumlah bahan humus yang terbentuk sangat tergantung pada bahan dasar kompos. Biasanya bahan baku yang kaya akan lignin akan menghasilkan senyawa humik yang lebih besar.

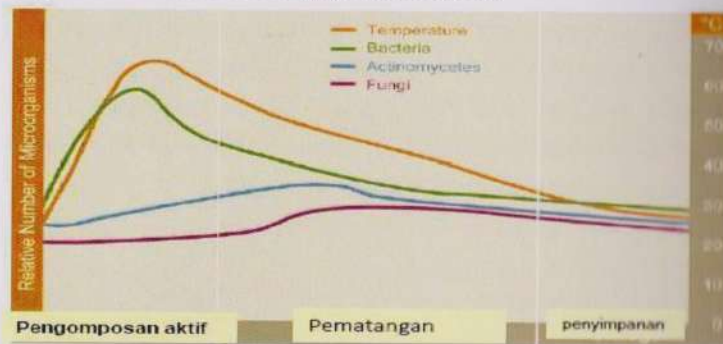


Gambar 2.1. Pola kenaikan populasi mikroba dan suhu dalam proses pengomposan pada fase mesofilik dan termofilik (Wikipedia, 2016 dan Isroi, 2008)



Gambar 2.2. Perkembangan suhu pada fase pengomposan (Leslie, 2002)

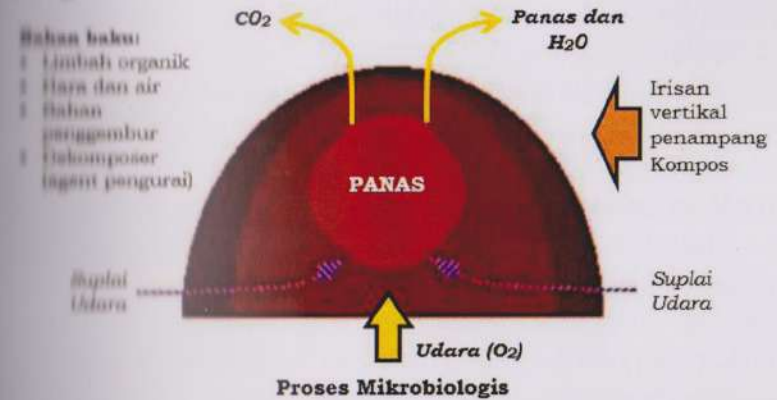
Proses penguraian senyawa organik (pengomposan) dapat berlangsung dengan bantuan mikroorganisme pengurai (bakteri, jamur, dan aktinomyces) sehingga pengkomposan merupakan proses mikrobiologis baik secara aerob (dengan oksigen atau udara) ataupun anaerob (tanpa oksigen). Kenaikan populasi bakteri, aktinomyces dan jamur (cendawan atau fungi) diikuti dengan peningkatan temperatur atau suhu (Gambar 2.3).



Gambar 2.3. Kenaikan suhu sejalan dengan peningkatan populasi mikroba pengurai (bakteri, aktinomyces dan fungi)

Simarmata *et al.* (2000) menyatakan bahwa perombakan bahan organik pada dasarnya adalah pemutusan ikatan karbon secara enzimatis dan energi

yang dilepaskan akan menimbulkan panas pada tumpukan bahan kompos yang sedang aktif. Secara ringkas pola distribusi panas dan pasokan udara atau oksigen disajikan pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4. Pola distribusi, penyebaran panas dan pasokan oksigen dalam tumpukan proses pengomposan aerob (dimodifikasi dari Richard, 1996 dalam Simarmata *et al.*, 2020)

4.3. Faktor yang Mempengaruhi Pengomposan

Kompos adalah hasil penguraian parsial atau tidak lengkap dari campuran bahan-bahan organik yang dapat dipercepat secara buatan atau tidak alami (artifisial) oleh populasi berbagai macam mikroorganisme dalam kondisi lingkungan yang hangat, lembab, secara anaerobik atau aerobik (Crawford, 2003). Pendapat lain disampaikan oleh Ginting (2007), kompos merupakan hasil dari pelapukan bahan-bahan organik berupa kotoran ternak, sisa pertanian, sisa makanan ternak dan lain sebagainya.

Butanto (2002) menyatakan bahwa ada beberapa faktor yang mempengaruhi dan mengontrol proses pengomposan (dekomposisi) diantaranya adalah kelembaban, sirkulasi udara (aerasi), ukuran partikel, nisbah karbon/nitrogen (nisbah C/N), nilai pH, suhu, porositas dan kandungan hara.

2.2.1. Kelembaban

Kelembaban memegang peranan yang sangat penting dalam proses metabolisme mikroorganisme. Kelembaban secara tidak langsung berpengaruh terhadap suplai oksigen. Mikroorganisme dapat memanfaatkan bahan organik apabila bahan organik tersebut larut di dalam air. Kelembaban 40-60% adalah kisaran optimum untuk metabolisme mikroorganisme. Apabila kelembaban di bawah 40%, aktivitas mikroba akan mengalami penurunan dan akan lebih rendah lagi pada kelembaban 15%. Akan tetapi, apabila kelembaban lebih besar dari 60%, hara akan tercuci, volume udara berkurang, akibatnya aktivitas mikroorganisme akan menurun dan akan terjadi fermentasi anaerobik yang menimbulkan bau tidak sedap.

Dalam kondisi yang lembab, maka kelengasan meningkat sangat tinggi karena aliran air rembesan, proses kondensasi dan genangan yang terjadi akibat lapisan tanah yang mampat dan bersifat impermeabel dibawah timbunan kompos. Kondisi anaerob ditunjukkan oleh proses penguraian (dekomposisi) yang menimbulkan bau tidak sedap.

2.2.2. Sirkulasi Udara (Aerasi)

Pasokan oksigen (O_2) yang diperlukan mikroorganisme aerob dalam proses dekomposisi (terutama bakteri dan fungi) sebagian dipengaruhi oleh struktur dan ukuran partikel bahan dasar kompos, frekuensi, dan teknik pembalikan serta ketinggian timbunan bahan (tumpukan bahan) yang dikomposkan. Ketinggian timbunan bahan yang diperbolehkan dalam pengomposan akan mengurangi tekanan berat bahan dasar kompos dan memperbaiki

pasokan oksigen, paling tidak selama tahap pematangan oksigen digunakan dengan aerasi yang cukup tinggi.

Pengomposan yang cepat dapat terjadi dalam kondisi yang cukup oksigen (aerob). Aerasi secara alami akan terjadi pada saat terjadi peningkatan suhu yang menyebabkan udara hangat keluar dan udara yang lebih dingin masuk ke dalam tumpukan bahan kompos. Aerasi ditentukan oleh porositas dan kandungan air bahan (kelembaban). Apabila aerasi terhambat, maka akan terjadi proses anaerob yang akan menghasilkan bau yang tidak sedap. Untuk memperbaiki aerasi (sirkulasi udara) perlu dilakukan penambahan *balking agent* (serbuk gergaji, sekam, dan bahan lainnya) dan pembalikan secara rutin. Semakin sering dibalik (diaduk), semakin baik dan proses pengomposan akan lebih cepat. Selain itu, aerasi dapat juga diberikan secara *artificial* dengan menggunakan paralon yang diberi lubang atau diberi suplai udara melalui pompa.

2.2.3. Ukuran Partikel/Bahan

Aktivitas mikroba berada diantara permukaan area dan udara. Permukaan area yang lebih luas akan meningkatkan kontak antara mikroba dengan bahan dan proses dekomposisi akan berjalan lebih cepat. Ukuran partikel atau bahan juga menentukan besarnya ruang antar bahan (porositas). Untuk meningkatkan luas permukaan dapat dilakukan dengan memperkecil ukuran partikel bahan tersebut. Khoiri dan Mu'alim (2018) menyebutkan bahwa ukuran hasil pencacahan bahan yang akan dikomposkan berpengaruh terhadap proses fermentasi. Semakin kecil ukuran cacahan limbah jagung semakin cepat proses fermentasi. Ukuran bahan optimal berkisar 10 mm - 50 mm.

Cara memperkecil ukuran bahan bisa dilakukan secara manual dengan memotong atau mencincang bahan yang akan dikomposkan dengan menggunakan golok (*Banjar*: parang), atau menggunakan mesin pencacah bahan organik (Gambar 2.5). Pemotongan secara manual biasanya memerlukan tenaga yang banyak dan perlu waktu yang lama, sedangkan jika menggunakan mesin pencacah hanya memerlukan waktu yang lebih sedikit. Pengalaman penulis dengan menggunakan mesin pencacah, untuk menghaluskan sampah kota organik sebanyak 1.000 kg (1 ton) hanya memerlukan waktu sekitar 2 jam. Jika pencacahan secara manual dengan menggunakan pisau (parang), untuk sampah kota organik sebanyak 1.000 kg memerlukan waktu lebih dari 4 jam.



Gambar 2.5. Pencacahan bahan organik seperti jerami dan sampah. A. pencacahan secara manual menggunakan golok (*Banjar*: parang) dan B. Mesin pencacah bahan organik

2.2.4. Nisbah Karbon/Nitrogen (C/N ratio)

Rasio C/N yang efektif untuk proses pengomposan berkisar antara 30:1 hingga 40:1. Mikroba memecah senyawa C sebagai sumber energi dan menggunakan N untuk sintesis protein. Pada rasio C/N diantara 30 s/d 40 mikroba mendapatkan cukup C untuk energi dan N untuk sintesis protein. Apabila rasio C/N terlalu tinggi, mikroba akan kekurangan N

untuk sintesis protein sehingga dekomposisi berjalan lambat.

Rasio C/N berkenaan dengan persentase senyawa organik memberikan indikasi intensitas proses dekomposisi, karena persentase senyawa organik menentukan jumlah komponen dalam bahan dasar kompos yang akan terdekomposisi. Mikroorganisme pengurai (dekomposer) membutuhkan karbon dan nitrogen untuk aktivitas hidupnya. Mikroorganisme pengurai menggunakan C sebagai sumber energi dan bersama N diperlukan untuk pertumbuhan sel dan sintesis protein serta asam-asam nukleat. C/N ratio yang optimal untuk pengkomposan adalah 25 - 35. Untuk menurunkan C/N ratio dari bahan baku (campuran) dapat dilakukan dengan menambahkan N, antara lain adalah urea, ammonia, air kencing ternak (urine), dan bahan lainnya. Semakin besar C/N ratio, maka semakin banyak N yang diperlukan. Jika rasio C/N tinggi, aktivitas biologi mikroorganisme akan berkurang, diperlukan beberapa siklus mikroorganisme untuk mendegradasi kompos sehingga diperlukan waktu yang lama untuk pengomposan dan dihasilkan mutu yang lebih rendah, jika rasio C/N terlalu rendah kelebihan nitrogen yang tidak dipakai oleh mikroorganisme tidak dapat diasimilasi dan akan hilang melalui volatilisasi sebagai amoniak atau terdenitrifikasi.

Pada umumnya limbah organik mempunyai rasio C/N berkisar antara 15 dan 30:1. Selama proses dekomposisi berlangsung rasio C/N akan turun sampai mendekati 12 pada kompos yang sudah matang. Tabel 3 berikut menyajikan C/N ratio dari limbah yang kaya akan Nitrogen dan Karbon.

Tabel 2.3. C/N ratio dari limbah yang kaya akan Nitrogen dan Karbon

Limbah yang kaya akan N	C/N	Limbah yang Kaya akan C	C/N
Limbah sayuran	10-13	Kulit kayu/Serbuk gergaji	200-400
Limbah cair	2-3	Jerami padi	80-90
Kotoran ayam	10-12	Batang jagung	60-100
Limbah dapur	10-25	Daun-daun kering	50-70
Bulu unggas	30	Kulit buah kapuk	50-60
Kotoran domba, babi, kambing	13-15	Serbuk gergaji	100-500
Kotoran sapi/jerami	10-20	Kertas/ <i>hardboard</i>	200-500
		Eceng gondok kering	70-80

Sumber: Simarmata *et al.* (2012)

2.2.5. Nilai pH

Proses pengomposan dapat terjadi pada kisaran pH yang lebar. Nilai pH yang optimum untuk proses pengomposan berkisar antara 6,5 sampai 7,5. Kisaran pH kotoran ternak umumnya berkisar antara 6,8 hingga 7,4. Proses pengomposan sendiri akan menyebabkan perubahan pada bahan organik dan pH bahan itu sendiri. Sebagai contoh, proses pelepasan asam, secara temporer atau lokal, akan menyebabkan penurunan pH (pengasaman), sedangkan produksi amonia dari senyawa-senyawa yang mengandung nitrogen akan meningkatkan pH pada fase-fase awal pengomposan. Nilai pH kompos yang sudah matang biasanya mendekati netral.

2.2.6. Suhu

Suhu timbunan (tumpukan) bahan yang mengalami dekomposisi akan meningkat sebagai hasil aktivitas mikroorganisme. Suhu yang berkisar antara 60°C dan 70°C merupakan kondisi optimum kehidupan mikroorganisme tertentu dan membunuh patogen yang tidak dikehendaki. Semakin tinggi temperatur akan semakin banyak konsumsi oksigen dan akan semakin cepat pula proses dekomposisi. Peningkatan suhu dapat terjadi dengan cepat pada tumpukan kompos. Temperatur yang berkisar antara 30°C-60°C menunjukkan aktivitas pengomposan yang cepat. Suhu yang lebih tinggi dari 60°C akan membunuh sebagian mikroba dan hanya mikroba termofilik saja yang akan tetap bertahan hidup.

Keadaan suhu pada tumpukan bahan yang dikomposkan biasanya tergantung pada jenis bahan yang dikomposkan, kelembaban bahan, dan dekomposer (bioaktivator) yang digunakan. Hasil penelitian Andriani *et al.* (2018) pada pengomposan serasah daun jati (*Tectona grandis* L.) memperlihatkan tingkat suhu pada awal pengomposan 28°C (pada PO = kontrol, PA = serasah daun jati + kotoran sapi, dan PB = serasah daun jati + kotoran ayam), sedangkan pada serasah daun jati + EM4 suhunya 29°C. Selanjutnya, pada hari ke-10 terjadi peningkatan suhu pada perlakuan PA, PC, dan PO sedangkan pada perlakuan PB suhu tetap yaitu 28°C. Suhu pengomposan yang dicapai pada penelitian ini sekitar 28-31,5°C, dan ini berlangsung optimal sampai hari ke-15. Keadaan ini menunjukkan bahwa mikroba yang aktif adalah mikroba mesofilik, yaitu mikroba yang dapat hidup pada suhu antara 20-35°C. Aktifitas mikroba mesofilik dalam proses penguraian akan menghasilkan panas dengan mengeluarkan CO₂ dan mengambil O₂ dalam

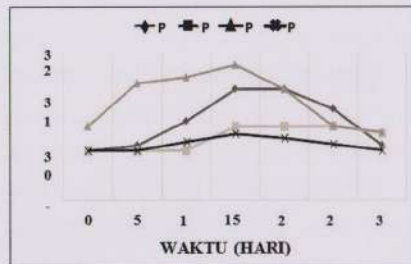
tumpukan kompos sampai mencapai suhu maksimum (Gambar 2.6).

2.2.7. Porositas

Porositas adalah ruang diantara partikel-partikel di dalam tumpukan kompos. Porositas dihitung dengan mengukur volume rongga dibagi dengan volume total. Rongga-rongga ini akan diisi oleh air dan udara. Udara akan mensuplai oksigen (O_2) untuk proses pengomposan. Apabila rongga dijenuhi oleh air, maka pasokan oksigen akan berkurang, akibatnya proses pengomposan juga akan terganggu. Karena itu untuk menciptakan kondisi porositas yang ideal pada saat pengomposan perlu diperhatikan kandungan air dan kelembaban kompos.

2.2.8. Kandungan Hara

Kandungan P dan K juga penting dalam proses pengomposan. Kandungan P dan K biasanya terdapat pada kompos-kompos dari peternakan. Kandungan hara ini akan dimanfaatkan oleh mikroba selama proses pengomposan (Tabel 2.4).



Gambar 2.6. Perubahan suhu dekomposisi seresah daun jati (*Tectona grandis* L.) akibat penambahan beberapa jenis dekomposer (bioaktivator) (Sumber: Andriani *et al.*, 2018)

Tabel 2.4. Kandungan hara pada beberapa pupuk kandang padat/segar

Sumber Pupuk Kandang	N (%)	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O (%)	Ca (%)	Mg (%)	Mn (ppm)	Zn (ppm)	Sumber
Sapi	2,33	0,61	1,58	1,04	0,33	179	70,5	Wiryanta & Bernardinus (2002)
Ayam	3,21	3,21	1,57	1,57	1,44	250	315	
Kambing	2,10	0,66	1,97	1,64	0,60	233	90,8	Semekto (2006)
Jangkrik	3,80	2,30	2,70	2,00	0,66	197	506	Andayani & La Sarido (2013)
Kerbau	0,25	0,18	0,17	0,4	-	-	-	Lingga (1991)
Kuda	0,5	0,25	0,3	0,2	-	-	-	

3.3.9. Tinggi/Ukuran Timbunan

Timbunan bahan yang mengalami dekomposisi akan meningkat suhunya hingga 65-70 °C akibat terjadinya aktivitas biologi oleh mikroba perombak bahan organik (Gaur, 1980). 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 insulasi panas dan makin mudah timbunan menjadi panas. Timbunan yang terlalu dangkal (terlalu rendah) akan kehilangan panas dengan cepat, karena bahan tidak cukup untuk menahan panas dan menghindari pelepasannya.

Tinggi atau ukuran timbunan (*heap size*) bahan kompos yang dianjurkan adalah tinggi 1,5 - 2 m dan lebar 2,5 - 3 m, dengan panjang sesuai dengan kebutuhan. Menurut Setyorini *et al.* (2006) pada waktu proses pembusukan berlangsung, pada timbunan material yang tingginya 1,5 m akan menurun sampai kira-kira setinggi 1 atau 1,25 m.

2.2.10. Mikroorganisme Perombak (Dekomposer)

Mikroorganisme seperti bakteri, jamur, aktinomisetes, dan ragi (yeast) yang sesuai dengan bahan yang akan diuraikan atau dirombak akan dapat mempercepat proses dekomposisi atau pengomposan. Pengomposan akan berlangsung lama jika jumlah mikroorganisme pada awalnya sedikit. Mikroorganisme selama berlangsungnya perombakan atau dekomposisi bahan organik akan terus berubah. Mikroorganisme ini dapat diperbanyak dengan cara menambahkan starter atau aktivator. Mikroorganisme yang hidup pada temperature rendah (10-45°C) adalah mikroorganisme mesofilik, dan yang hidup pada temperatur tinggi (45-65°C) adalah mikroorganisme termofilik. Jika temperatur berada di bawah 45°C maka pengomposan dibantu oleh mikroorganisme mesofilik, dan jika temperatur berada di atas 65°C maka mikroorganisme yang berperan adalah termofilik.

Jika dilihat dari fungsinya, mikroorganisme mesofilik berfungsi untuk memperkecil ukuran partikel bahan organik sehingga luas permukaan bahan akan bertambah dan mempercepat proses pengomposan. Sementara, mikroorganisme termofilik yang tumbuh dalam waktu terbatas berfungsi untuk mengkonsumsi karbohidrat dan protein sehingga bahan yang dikomposkan akan terdegradasi dengan cepat.

Mikroorganisme perombak bahan organik antara lain adalah *Trichoderma reesei*, *T. harzianum*, *T. koningii*, *Phanerochaeta chrysosporium*, *Cellulomonas*, *Pseudomonas*, *Thermospora*, *Aspergillus niger*, *A. terreus*, *Penicillium*, dan *Streptomyces*. Menurut Eriksson *et al.* (1989), umumnya kelompok fungi (jamur) menunjukkan aktivitas biodekomposisi paling signifikan, dapat segera menjadikan bahan organik tanah terurai menjadi senyawa organik sederhana yang

berfungsi sebagai penukar ion dasar yang menyimpan dan melepaskan hara di sekitar tanaman.

Mikroorganisme perombak bahan organik merupakan aktivator biologis yang tumbuh alami atau sengaja diberikan untuk mempercepat pengomposan dan meningkatkan mutu kompos. Jumlah dan jenis mikroorganisme menentukan keberhasilan proses dekomposisi atau pengomposan. Proses dekomposisi bahan organik di alam tidak dilakukan oleh satu mikroorganisme monokultur tetapi dilakukan oleh konsorsia mikroorganisme. Menurut Saraswati *et al.*, (2004) beberapa jenis mikroorganisme yang umum ditemukan dalam tumpukan sampah bisa berupa mikroba mesofilik dan mikroba termofilik seperti disajikan pada Tabel 2.5.

Beberapa jenis bakteri termasuk beberapa jenis aktinomisetes juga mampu mendegradasi polimer selulosa, hemiselulosa, dan lignin, namun dengan kemampuan yang lebih rendah dibandingkan fungi. Bakteri terutama berperan pada degradasi polisakarida yang lebih sederhana (Saraswati *et al.*, 2004)

Fungi terdapat di setiap tempat terutama di darat dalam berbagai bentuk, ukuran, dan warna. Pada umumnya fungi mempunyai kemampuan yang lebih baik dibanding bakteri dalam mengurai sisa-sisa tanaman (hemiselulosa, selulosa, dan lignin). Penggunaan dekomposer buatan dapat mempercepat dekomposisi, hal tersebut ditunjukkan dengan penurunan nilai C/N dan perubahan fisik kompos yang lebih cepat. Dekompser buatan seperti Biodec lebih banyak mengandung jamur sedang Microbacter Alfaafa-11 (Tabel 2.6) lebih banyak mengandung bakteri, sehingga mempengaruhi pola perubahan kimia pada proses dekomposisi bahan organik. Menurut Alexander (1977), umumnya mikroba yang mampu

setiap jarak 0,5 m selipkan pipa paralon (ukuran 1 inch – 1,5 inch) yang telah dilubangi dengan bentuk spiral (8 mm) setiap jarak 10 – 15 cm. Paralon ditempatkan pada bagian bawah tumpukan secara memanjang dan pada bagian tengah. Sistem aerasi dapat juga dilakukan dengan menggunakan pompa (*blower*). Selanjutnya tumpukan kompos ditutup dengan terpal atau karung bekas dan diberi pemberat supaya tidak mudah tersingkap.

- b. **Aerasi bedengan kompos dapat dilakukan secara pasif dengan menggunakan pipa paralon yang telah dilubangi atau batang bamboo yang dilubangi.** Potongan paralon atau bambu tersebut diselipkan secara vertikal atau horizontal pada tumpukan kompos dengan jarak sekitar 50 cm (Gambar 2.8). Pengomposan dapat dilakukan dalam ruangan (*indoor*) atau di luar ruangan (*outdoor*) (Gambar 2.9).



Gambar 2.7. Pengomposan dengan metode anaerob di dalam lubang tanah



Gambar 2.8. Aerasi pasif pada tumpukan kompos menggunakan bambu



Gambar 2.9. Bedengan pengkomposan dalam ruangan (*indoor*) dan di luar ruangan (*outdoor*) yang ditutupi dengan terpal plastik (Sumber: Simarmata et al., 2020)

3.4. Pengomposan Tiga Jenis Limbah Pertanian

3.4.1. Pengomposan Limbah Baglog Jamur Tiram

Pengomposan limbah baglog jamur tiram dilakukan secara aerob. Pengomposan menggunakan kotak kayu berukuran 1,2 m x 1,2 m x 0,8 m. Kotak kayu yang digunakan tanpa lantai dan tanpa penutup. Bagian bawah kotak kayu langsung bersentuhan dengan tanah (diletakan di atas tanah), sedangkan bagian atasnya terbuka. Bagian atas yang terbuka ini nantinya ditutup dengan terpal atau karung plastik. Bahan yang digunakan adalah limbah baglog 200 kg, kotoran ayam 10 kg, kotoran sapi 10 kg, guano 10 kg, dedak padi 3 g, tetes tebu 200 mL, kapur dolomit 10 kg, dekomposer (EM4, M21, Beka, dan Petro Gladiator masing-masing sebanyak 200 mL), dan air.

mendegradasi selulosa juga mampu mendegradasi hemiselulosa.

Tabel 2.5. Mikroorganisme yang umum berasosiasi dalam tumpukan sampah

	Bakteri	Fungi (Jamur)
Mesofilik	<i>Pseudomonas</i> spp.	<i>Alternaria</i> spp.
	<i>Achromobacter</i> spp.	<i>Cladosporium</i> spp.
	<i>Bacillus</i> spp.	<i>Aspergillus</i> spp.
	<i>Flavobacterium</i> spp.	<i>Mucor</i> spp.
	<i>Clostridium</i> spp.	<i>Humicola</i> spp.
	<i>Streptomyces</i> spp.	<i>Penicillium</i> spp.
Termofilik	<i>Bacillus</i> spp.	<i>Aspergillus</i> spp.
	<i>Streptomyces</i> spp.	<i>Mucor pusillus</i>
	<i>Thermoactinomyces</i> spp.	<i>Chaetomium thermophile</i>
	<i>Thermus</i> spp.	<i>Humicola lanuginosa</i>
	<i>Thermonospora</i> spp.	<i>Absidia ramose</i>
	<i>Microplysora</i> spp.	<i>Sprotrichum thermophile</i>
		<i>Torula thermophile</i> (yeast)
		<i>Thermoascus aureanticus</i>

Saraswati *et al.* (2004) menjelaskan bahwa selain mengurai bahan berkayu, sebagian besar fungi menghasilkan zat yang bersifat racun sehingga dapat dipakai untuk mengontrol pertumbuhan atau perkembangan organisme pengganggu, seperti beberapa strain *Trichoderma harzianum* yang merupakan salah satu anggota dari Ascomycetes, bila kebutuhan C tidak tercukupi akan menghasilkan racun yang dapat menggagalkan penetasan telur nematoda *Meloidogyne javanica* (penyebab bengkak akar) sedangkan bila kebutuhan C tercukupi akan bersifat parasit pada telur atau anakan nematoda tersebut.

Tabel 2.6. Beberapa jenis dekomposer yang dijual di pasaran

No	Merk Dagang	Kandungan Mikroorganisme	Produksi	Keterangan
1	EM-4	80 genus mikroorganisme fermentasi, di antaranya bakteri fotosintetik, <i>Lactobacillus</i> sp., <i>Streptomyces</i> sp., <i>Actinomyces</i> Sp. dan ragi.	PT. Songgolangit Persada	Komposisi mikroorganisme hasil analisis Fakultas Pertanian UGM. No 212/LM/ANLS/10/17
2	Fromi (Promoting Microbes)	<i>Aspergillus</i> sp, <i>Trichoderma harzianum</i> DT 38, <i>Trichoderma harzianum</i> DT 39, dan mikroba pelapuk.	Balai Penelitian Bioteknologi Perkebunan Indonesia (BPBPI)	Paten: IDM000203155
3	OrgaDec (Organic Decomposer)	<i>Trichoderma pseudokoningii</i> dan <i>Cytophaga</i> sp. Bersifat antagonis terhadap beberapa penyakit akar	Balai Penelitian Bioteknologi Perkebunan Indonesia (BPBPI)	
4	SuperDegra	<i>Lactobacillus</i> sp, <i>Streptomicetes</i> sp, <i>Acetybacter</i> sp, <i>Actynomyces</i> sp, <i>Rhizobium</i> sp, Mould dan Yeast	CV. Trans Tritunggal Jaya	
5	ActiComp	<i>Trichoderma harzianum</i> , <i>Aspergillus</i> sp. (pelarut fosfat) dan PGPR (Plant Growth Promoting Rhizobacteria) Mikroba ini bekerja aktif pada suhu tinggi (termofilik)	Balai Penelitian Bioteknologi Perkebunan Indonesia (BPBPI)	
6	M-31 Decomposer	<i>Actinomyces</i> , <i>Pseudomonas</i> , <i>Lactobacillus</i> , <i>Trichoderma</i> , <i>Acetobacter</i> , dan <i>Rhizobium</i>	CV. Bakti Alam Nusantara	
7	Tanggung	<i>Aspergillus</i> sp., <i>Azotobacter</i> sp., <i>Streptomyces</i> sp., <i>Lactobacillus</i> sp., <i>Saccharomyces</i> sp., <i>Trichoderma</i> sp.	PT. Natural Nusantara (NASA)	Kandungan Tangguh: N, P, K, C-Organik, Zn, Cu, Mn, Co, Fe, S, Mg, Cl, Na, B, Si, Al, Na, Cl, Se, Cr, Mo, V, SO ₄ , Humat-Vulfat.
8	BioDeca	<i>Trichoderma polysporum</i> , <i>T. viride</i> , dan <i>Fomitopsis meliae</i>	PT. Pupuk Kalimantan Timur	

9.	BeKa Decomposer Plus	<i>Azospirillum</i> sp., <i>Aspergillus</i> sp., <i>Actinomyces</i> sp., <i>Lactobacillus</i> sp., <i>Pseudomonas</i> sp., dan yeast.	PT. Indo Acidatama Tbk.	Deptan 03.02.2018.034
10.	Petro Gladiator	<i>Trichoderma</i> sp., <i>Bacillus</i> sp., <i>Streptomyces</i> sp., dan <i>Lactobacillus</i> sp.	PT Petrokimia Gresik	No. Pendaftaran 03.02.2018.062
11.	Microbacter Alfaafa-11	Bakteri silulolitik Bakteri Proteolitik Bakteri Amilolitik Bakteri penambat N Bakteri pelarut fosfat	Yayasan ANSA, Semarang	

2.3. Metode Pengomposan

2.3.1. Metode Anaerob

Pengomposan anaerob: penguraian bahan organik terjadi pada kondisi anaerob (tanpa oksigen). Tahap pertama, bakteri fakultatif penghasil asam menguraikan bahan organik menjadi asam lemak, aldehida, dan lain-lain. Proses selanjutnya bakteri dari kelompok lain akan mengubah asam lemak menjadi gas metan, amoniak, CO₂ dan hidrogen. Pada proses aerob energi yang dilepaskan lebih besar (484-674 kcal.mol glukosa⁻¹) sedangkan pada proses anaerob hanya 25 kcal.mol glukosa⁻¹ (Sutanto, 2002).

Bahan kompos dimasukkan ke dalam lubang dengan kedalaman 1 meter, lebar 1 meter, dan panjang 2 meter atau lebih. Setelah proses berlangsung lama 3-6 bulan, dilakukan pemanenan kompos. Pengomposan dengan metode ini seringkali menghasilkan bau tidak sedap sehingga menimbulkan masalah lingkungan. Selain itu, proses secara anaerob akan menghasilkan gas metan sehingga proses ini tidak dianjurkan dipergunakan secara luas karena metan yang dihasilkan termasuk gas rumah kaca.

Secara umum proses pengkomposan secara anaerob dapat berlangsung sekitar 3-6 bulan, tergantung pada jenis dan ukuran bahan kompos.

Proses panguraian ini umumnya terjadi juga pada timbunan sampah di pasar-pasar yang basah dan suplai oksigennya terbatas. Akibatnya menghasilkan aroma bau busuk dan banyak menghasilkan air lindi (*leachate*) dari tumpukan tersebut. Metode ini umumnya banyak digunakan di halaman dan kebun (Gambar 2.7). Pemilihan lokasi pengkomposan metode ini pada tempat yang tidak mudah tergenang atau bebas banjir.

2.3.2. Metode Aerob

Pengomposan aerob: adalah proses pengomposan berjalan dengan kehadiran oksigen (udara) atau penguraian bahan organik melalui proses respirasi (kehadiran oksigen) sehingga perombakan berlangsung cepat dan tidak menimbulkan bau. Pengomposan dilakukan di atas permukaan tanah dalam ruangan tertutup (*indoor*) atau ruangan terbuka (*outdoor*). Dalam sistem ini, kurang lebih dua pertiga unsur karbon (C) menguap (menjadi CO₂) dan sisanya satu pertiga bagian bereaksi dengan nitrogen dalam sel hidup. Selama proses pengomposan aerob tidak 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 melampaui 65-70°C, kegiatan mikroorganisme akan menurun karena kematian organisme akibat panas yang tinggi. Metode pengkomposan yang lazim digunakan antara lain adalah sebagai berikut:

a. Sistem bedeng (*windrows*). Bahan kompos tersebut ditumpuk dalam bentuk bedengan (lebar 1.5 - 2, m, tinggi 1 m dan panjang 5 - 10 m). Pada

Dekomposer, yakni EM4, M21, BeKa, dan Petro Gladiator masing-masing ditakar sebanyak 200 mL menggunakan gelas ukur. Selanjutnya ditambahkan tetes tebu (molase) sebanyak 200 mL ke dalam wadah yang telah berisi masing-masing dekomposer (4 buah ember yang berbeda). Setelah itu ditambahkan air masing-masing sebanyak 10 L, dan selanjutnya masing-masing dekomposer diaduk sampai tercampur rata.

Pembuatan kompos limbah baglog jamur tiram dengan empat (4) macam dekomposer dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- 1) Bahan-bahan berupa limbah baglog sebanyak 200 kg, ditambahkan kotoran sapi sebanyak 10 kg, kotoran ayam 10 kg, kotoran kelelawar (guano) 10 kg, dedak padi 3 kg, dan kapur dolomit 10 kg dimasukkan ke dalam kotak pengomposan berukuran 1,2 m x 1,2 m x 0,8 m.
- 2) Bahan-bahan tersebut selanjutnya diaduk sampai tercampur merata.
- 3) Selanjutnya, larutan dekomposer EM4 yang telah dipersiapkan (telah dicampur dengan tetes tebu/molase dan ditambahkan air, serta telah diaduk merata) dimasukkan ke dalam gembor. Kemudian disiramkan ke atas tumpukan bahan yang akan dikomposkan dan diaduk dengan menggunakan sekop sampai tercampur merata.
- 4) Demikian juga untuk dekomposer lainnya, yakni dekomposer M21, dekomposer BeKa, dan dekomposer Petro Gladiator, diperlakukan sama mulai nomor 1-3).
- 5) Selanjutnya, masing-masing kotak pengomposan ditutup menggunakan terpal atau karung plastik pada bagian atasnya (pada permukaan kotak pengomposan).

- 6) Setiap sehari sekali (setiap sore hari) dilakukan pengukuran suhu tumpukan menggunakan thermometer dengan cara menusukannya ke dalam tumpukan bahan yang dikomposkan. Setelah data suhu diperoleh, selanjutnya diaduk merata dan ditutup kembali. Proses pembalikan atau pengadukan ini bertujuan untuk membantu menurunkan suhu sehingga proses dekomposisi berjalan dengan baik.

3.4.2. Pengomposan Ampas Kopi

Pengomposan ampas kopi dilakukan secara aerob. Pengomposan menggunakan kotak kayu berukuran 1,2 m x 1,2 m x 0,8 m. Kotak kayu yang digunakan tanpa lantai dan tanpa penutup. Bagian bawah kotak kayu langsung bersentuhan dengan tanah (diletakan di atas tanah), sedangkan bagian atasnya terbuka. Bagian atas yang terbuka ini nantinya ditutup dengan terpal atau karung plastik. Bahan yang digunakan adalah ampas kopi 200 kg, kotoran ayam 10 kg, kotoran sapi 10 kg, guano 10 kg, dedak padi 3 g, tetes tebu 200 mL, kapur dolomit 10 kg, dekomposer (EM4, M21, Beka, dan Petro Gladiator masing-masing sebanyak 200 mL), dan air.

Dekomposer, yakni EM4, M21, BeKa, dan Petro Gladiator masing-masing ditakar sebanyak 200 mL menggunakan gelas ukur. Selanjutnya ditambahkan tetes tebu (molase) sebanyak 200 mL ke dalam wadah yang telah berisi masing-masing dekomposer (4 buah ember yang berbeda). Setelah itu ditambahkan air masing-masing sebanyak 10 L, dan selanjutnya masing-masing dekomposer diaduk sampai tercampur rata.

Pembuatan kompos ampas kopi dengan empat (4) macam dekomposer dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- 1) Bahan-bahan berupa ampas kopi sebanyak 200 kg, ditambahkan kotoran sapi sebanyak 10 kg, kotoran ayam 10 kg, kotoran kelelawar (guano) 10 kg, dedak padi 3 kg, dan kapur dolomit 10 kg dimasukkan ke dalam kotak pengomposan berukuran 1,2 m x 1,2 m x 0,8 m.
- 2) Bahan-bahan tersebut selanjutnya diaduk sampai tercampur merata.
- 3) Selanjutnya, larutan dekomposer EM4 yang telah dipersiapkan (telah dicampur dengan tetes tebu/molase dan ditambahkan air, serta telah diaduk merata) dimasukkan ke dalam gembor. Kemudian disiramkan ke atas tumpukan bahan yang akan dikomposkan dan diaduk dengan menggunakan sekop sampai tercampur merata.
- 4) Demikian juga untuk dekomposer lainnya, yakni dekomposer M21, dekomposer BeKa, dan dekomposer Petro Gladiator, diperlakukan sama mulai nomor 1-3).
- 5) Selanjutnya, masing-masing kotak pengomposan ditutup menggunakan terpal atau karung plastik pada bagian atasnya (pada permukaan kotak pengomposan).
- 6) Setiap sehari sekali (setiap sore hari) dilakukan pengukuran suhu tumpukan menggunakan termometer dengan cara menusukannya ke dalam tumpukan bahan yang dikomposkan. Setelah data suhu diperoleh, selanjutnya diaduk merata dan ditutup kembali. Proses pembalikan atau pengadukan ini bertujuan untuk membantu menurunkan suhu sehingga proses dekomposisi berjalan dengan baik.

3.4.3. Pengomposan Jerami Padi

Pengomposan jerami padi dilakukan secara aerob. Pengomposan menggunakan kotak kayu berukuran 1,2 m x 1,2 m x 0,8 m. Kotak kayu yang digunakan tanpa lantai dan tanpa penutup. Bagian bawah kotak kayu langsung bersentuhan dengan tanah (diletakan di atas tanah), sedangkan bagian atasnya terbuka. Bagian atas yang terbuka ini nantinya ditutup dengan terpal atau karung plastik. Bahan yang digunakan adalah jerami padi 200 kg, kotoran ayam 10 kg, kotoran sapi 10 kg, guano 10 kg, dedak padi 3 g, tetes tebu 200 mL, kapur dolomit 10 kg, dekomposer (EM4, M21, Beka, dan Petro Gladiator masing-masing sebanyak 200 mL), dan air.

Dekomposer, yakni EM4, M21, BeKa, dan Petro Gladiator masing-masing ditakar sebanyak 200 mL menggunakan gelas ukur. Selanjutnya ditambahkan tetes tebu (molase) sebanyak 200 mL ke dalam wadah yang telah berisi masing-masing dekomposer (4 buah ember yang berbeda). Setelah itu ditambahkan air masing-masing sebanyak 10 L, dan selanjutnya masing-masing dekomposer diaduk sampai tercampur rata.

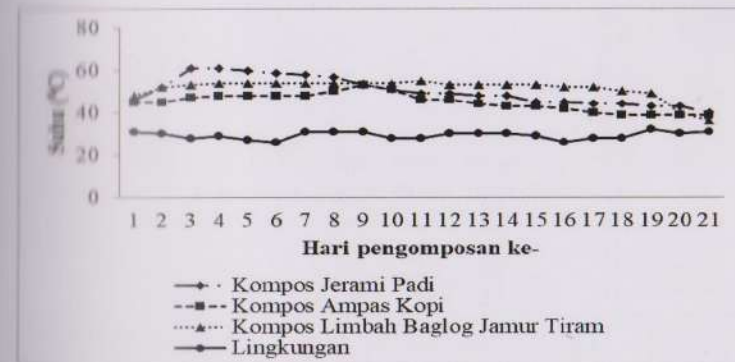
Pembuatan kompos jerami padi dengan empat (4) macam dekomposer dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- 1) Bahan-bahan berupa jerami padi sebanyak 200 kg, ditambahkan kotoran sapi sebanyak 10 kg, kotoran ayam 10 kg, kotoran kelelawar (guano) 10 kg, dedak padi 3 kg, dan kapur dolomit 10 kg dimasukkan ke dalam kotak pengomposan berukuran 1,2 m x 1,2 m x 0,8 m.
- 2) Bahan-bahan tersebut selanjutnya diaduk sampai tercampur merata.

- 3) Selanjutnya, larutan dekomposer EM4 yang telah dipersiapkan (telah dicampur dengan tetes tebu/molase dan ditambahkan air, serta telah diaduk merata) dimasukkan ke dalam gembor. Kemudian disiramkan ke atas tumpukan bahan yang akan dikomposkan dan diaduk dengan menggunakan sekop sampai tercampur merata.
- 4) Demikian juga untuk dekomposer lainnya, yakni dekomposer M21, dekomposer BeKa, dan dekomposer Petro Gladiator, diperlakukan sama mulai nomor 1-3).
- 5) Selanjutnya, masing-masing kotak pengomposan ditutup menggunakan terpal atau karung plastik pada bagian atasnya (pada permukaan kotak pengomposan).
- 6) Setiap sehari sekali (setiap sore hari) dilakukan pengukuran suhu tumpukan menggunakan thermometer dengan cara menusukannya ke dalam tumpukan bahan yang dikomposkan. Setelah data suhu diperoleh, selanjutnya diaduk merata dan ditutup kembali. Proses pembalikan atau pengadukan ini bertujuan untuk membantu menurunkan suhu sehingga proses dekomposisi berjalan dengan baik.

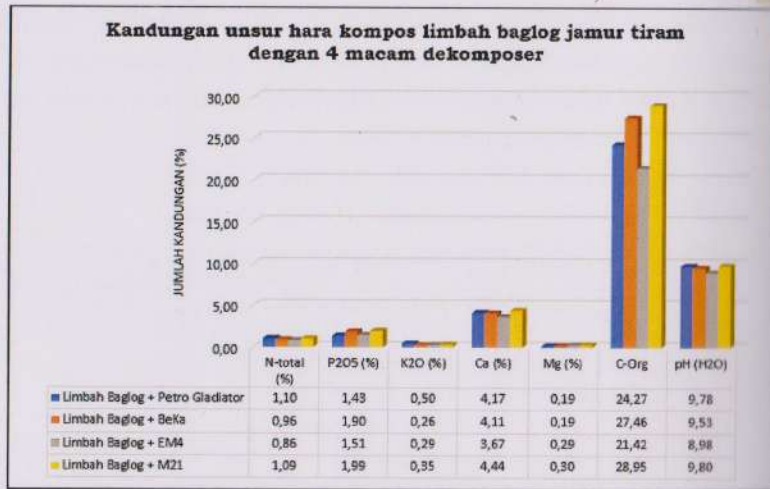
Hasil pengukuran suhu pada masing-masing limbah pertanian yang dikomposkan mulai hari pertama sampai dengan hari ke duapuluhsatu dapat dilihat pada Gambar 2.10. Keadaan suhu pada saat hari pertama adalah 42-44°C. Pada hari pertama sampai dengan hari kedua, tampaknya mikroba mesofilik telah bekerja. Selanjutnya, mulai hari ketiga sampai dengan hari kesepuluh suhu berada antara 48-61°C, pada kondisi ini mikroba termofilik yang melakukan aktivitas perombakan. Setelah hari kesepuluh sampai dengan hari ke duapuluhsatu suhu turun dan saat tersebut, mikroba mesofilik yang

kembali melakukan aktivitas perombakan limbah pertanian, yakni ampas kopi, limbah baglog, dan jerami padi. Sementara itu, suhu lingkungan tetap berada di bawah suhu pengomposan.



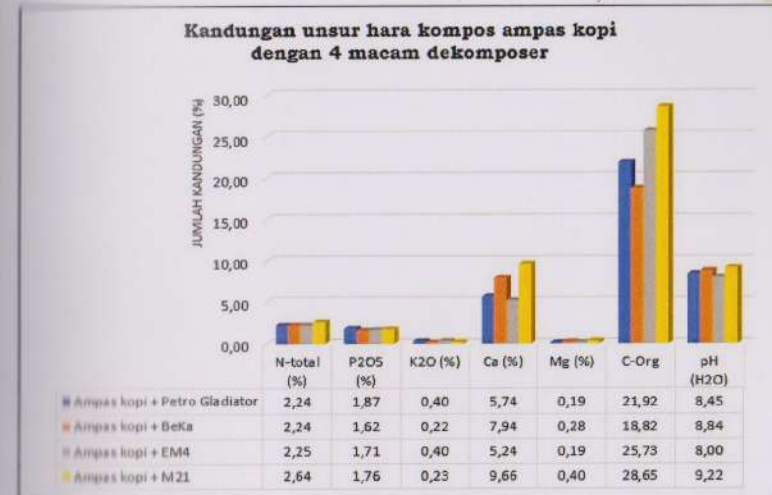
Gambar 2.10. Keadaan suhu pada proses pengomposan limbah pertanian (jerami padi, ampas kopi dan limbah baglog jamur tiram)

Hasil analisis kandungan unsur hara (N, P, K, Ca, Mg, pH dan C-organik pada kompos limbah baglog jamur tiram dengan empat macam dekomposer dapat dilihat pada Gambar 2.11. Kandungan N-total yang paling tinggi pada kompos limbah baglog jamur tiram akibat penambahan dekomposer Petro Gladiator, yakni 1,10%, kandungan fosfat (P_2O_5) tertinggi akibat penambahan dekomposer M21, yakni 1,99%. Selanjutnya, kandungan kalium (K_2O) tertinggi pada kompos limbah baglog jamur tiram akibat penambahan dekomposer Petro Gladiator, yakni 0,50%, kandungan kalsium (Ca) tertinggi akibat penambahan dekomposer M21, yakni 4,44%, dan kandungan magnesium (Mg) tertinggi akibat penambahan dekomposer M21, yakni 0,30%. Kisaran pH kompos limbah baglog jamur tiram antara 8,98-9,80.



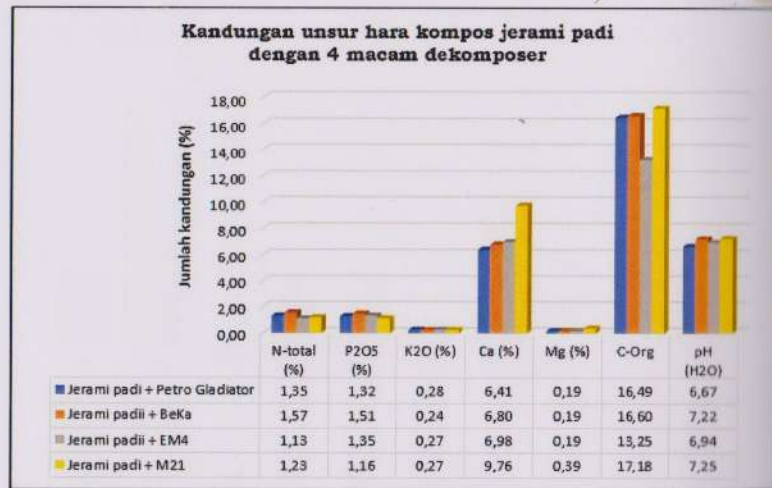
Gambar 2.11. Kandungan unsur hara kompos limbah baglog dengan penambahan 4 macam dekomposer (Petro Gladiator, BeKa, EM4, dan M21) pada proses pengomposan

Hasil analisis kandungan unsur hara (N, P, K, Ca, Mg, pH dan C-organik pada kompos ampas kopi dengan empat macam dekomposer disajikan pada Gambar 2.12. Kandungan N-total yang paling tinggi pada kompos ampas kopi akibat penambahan dekomposer M21, yakni 2,64%, kandungan fosfat (P_2O_5) tertinggi akibat penambahan dekomposer Petro Gladiator, yakni 1,87%. Selanjutnya, kandungan kalium (K_2O) tertinggi pada kompos ampas kopi akibat penambahan dekomposer Petro Gladiator dan EM4, yakni 0,40%, kandungan kalsium (Ca) tertinggi akibat penambahan dekomposer M21, yakni 9,66%, dan kandungan magnesium (Mg) tertinggi akibat penambahan dekomposer M21, yakni 0,40%. Kisaran pH kompos ampas kopi antara 8,00-9,22.



Gambar 2.12. Kandungan unsur hara kompos ampas kopi dengan penambahan 4 macam dekomposer (Petro Gladiator, BeKa, EM4, dan M21) pada proses pengomposan

Kandungan unsur hara (N, P, K, Ca, Mg, pH dan C-organik pada kompos jerami padi dengan empat macam dekomposer dapat dilihat pada gambar 2.13. Kandungan N-total dan fosfat (P_2O_5) yang paling tinggi pada kompos jerami padi akibat penambahan dekomposer BeKa, yakni 1,57% dan 1,51%. Selanjutnya, kandungan kalium (K_2O) tertinggi pada kompos jerami padi akibat penambahan dekomposer Petro Gladiator yakni 0,28%, kandungan kalsium (Ca) dan magnesium (Mg) tertinggi akibat penambahan dekomposer M21, yakni 9,76% dan 0,39%. Kisaran pH kompos jerami padi antara 6,67-7,25.



Gambar 2.13. Kandungan unsur hara kompos jerami padi dengan penambahan 4 macam dekomposer (Petro Gladiator, BeKa, EM4, dan M21) pada proses pengomposan

Standar baku mutu kompos berdasarkan SNI 19-7030-2004 menyatakan bahwa kandungan nitrogen (N) kompos minimal 0,40%, kandungan fosfat (P_2O_5) minimal 0,2%, kandungan kalium (K_2O) minimal 0,2%. Berikutnya, kandungan kalsium (Ca) maksimal 25,5%, kandungan magnesium (Mg) maksimal 0,6%, C-organik antara 9,80 – 32, dengan kisaran pH 6,80-7,49. Tekstur ketiga jenis kompos tersebut telah remah, berwarna hitam, dan tidak muncul bau busuk atau bau menyengat, tidak ditemukan aktivitas serangga atau larva serangga, serta terjadi penyusutan sekitar 25% dari bobot awal pengomposan. Selain itu, juga dilakukan tes perkecambahan pada kompos yang telah matang menggunakan benih jagung (Gambar 2.14). Atas dasar SNI tersebut, ketiga jenis kompos yakni kompos limbah baglog jamur tiram, kompos ampas kopi, dan kompos jerami padi memenuhi standar tersebut, terkecuali pH kompos limbah baglog dan pH kompos ampas kopi yang lebih tinggi dari standar SNI.

2.5. Permasalahan dan Solusi dalam Pengomposan

Pengomposan merupakan praktek tertua untuk menyiapkan pupuk organik yang selanjutnya dikembangkan menjadi kunci teknologi untuk mendaur-ulang limbah pertanian, limbah kandang (peternakan), limbah permukiman (sampah rumah tangga) dan limbah perkotaan (sampah kota). Pengomposan adalah proses dimana bahan organik mengalami penguraian secara biologis, khususnya oleh mikroba-mikroba yang memanfaatkan bahan organik sebagai sumber energi (Isroi, 2008). Menurut Setyorini *et al.* (2020), di Indonesia pemanfaatan kotoran ternak sebagai pupuk kandang sudah sejak lama dipraktikkan oleh petani tradisional.

Proses pengomposan merupakan proses mikrobiologis, yakni memanfaatkan aktifitas mikroorganisme dalam merombak bahan organik yang dikomposkan. Dengan demikian bila kondisi lingkungan tidak sesuai dengan pertumbuhan dan perkembangan mikroorganisme dekomposer (mikroba perombak) maka akan terjadi gangguan dalam proses biologis. Kondisi anaerob akan menyebabkan berbagai konsekuensi atau bila kondisi terlalu aerob juga menimbulkan permasalahan (Simarmata *et al.* (2000). Keadaan demikian akan mengakibatkan proses pengkomposan (dekomposisi) berlangsung tidak sesuai dengan yang diharapkan. Akibatnya kompos yang dihasilkan tidak memenuhi standar baku mutu kompos atau menghasilkan kompos di bawah standar. Bimamarta *et al.* (2012) menyebutkan berbagai permasalahan yang banyak dijumpai dalam proses pengkomposan, antara lain bahan berbau busuk, banyak lalat, muncul ulat atau belatung, pengomposan berjalan lambat, dan lain-lainnya. Permasalahan

umum terjadi dalam pengomposan dan solusi pemecahannya disajikan pada Tabel 2.7.



Gambar 2.14. Tes perkecambahan pada kompos yang telah matang

- a. tes perkecambahan pada kompos ampas kopi
- b. tes perkecambahan pada kompos limbah baglog

Tabel 2.7. Diagnosis Permasalahan, Identifikasi Penyebab, dan Pemecahan Masalah dalam Pengomposan (Simarmata, 2012; Sutanto, 2002 dan FAO, 2015)

Permasalahan	Penyebab	Pemecahan Masalah
Kadar Udara Rendah ($O_2 < 5\%$)	Aerasi jelek sehingga pengomposan anaerob	Perbaiki aerasi suplai oksigen secara pasif atau aktif
Kadar Udara Tinggi ($O_2 > 15\%$)	Aerasi berlebihan	Pencacahan bahan kompos dan penyiraman dengan air untuk meningkatkan kadar air (60%)
Kadar air rendah (<45 %)	Kelembababan kurang, tumpukan kurang padat	Penambahan atau penyiraman tumpukan. Kadar air optimal adalah 45-60%

Terlalu basah (kadar >60%)	Aerasi jelek dan terlalu basah sehingga dekomposisi berjalan secara anaerob	Perbaiki aerasi secara pasif atau aktif, pengaturan komposisi bahan kompos yang tepat
Bulu tidak naik	<ul style="list-style-type: none"> • Terlalu kering • Komposisi bahan kurang tepat 	<ul style="list-style-type: none"> • Siram dengan air • Ratio C/N rendah 2 bagian (limbah rumah tangga) : 1 bagian bahan C/N ratio tinggi (baking agen dan bahan lainnya)
Dekomposisi lambat	<ul style="list-style-type: none"> • Terlalu kering atau terlalu basah • Prosentase lignin terlalu tinggi sehingga ratio C/N tinggi • Sirkulasi udara jelek • Ukuran bahan terlalu besar 	<ul style="list-style-type: none"> • Kendalikan kelembaban antara 60-65% • Tambah bahan yang kaya akan nitrogen (N) • Siram dengan larutan yang kaya akan N (seperti: urine sapi, urea) • Pembalikan/pencampuran • Pencacahan (<i>chopping</i>) sampai bahan kecil sekitar 5 cm (makin kecil bahan, semakin makin bagus)
Bau busuk dan ulat	<ul style="list-style-type: none"> • Aerasi jelek (tergenang) • Kelembaban tinggi (terlalu basah) • Kurang oksigen (O_2) • Komposisi bahan kurang tepat • Persentase bahan yang mengandung nitrogen terlalu tinggi • Bahan memadat 	<ul style="list-style-type: none"> • Pembalikan secara berkala • Aerasi • Penambahan bulking agent atau bahan kering (serbuk gergajian kayu, sekam, dedaunan kering)
Banyak lalat (serangga)	Tumpukan terbuka sehingga serangga dapat melektakkan telurnya	<ul style="list-style-type: none"> • Tumpukan ditutup, yakni dengan dilapisi karung atau terpal • Sediakan kotak yang mudah dibongkar dan dipasang
Mengandung patogen dan gulma	<ul style="list-style-type: none"> • Suhu terlalu rendah selama dekomposisi • Pengadukan tidak homogen 	<ul style="list-style-type: none"> • Kelembaban kurang • Kurang karbon • Pencampuran

		<ul style="list-style-type: none"> • Meletakkan bahan yang mengandung biji gulma pada bagian tengah tumpukan agar mencapai peningkatan suhu yang tinggi
Kualitas kompos kurang	<ul style="list-style-type: none"> • Bahan baku jelek • Komposisi tidak proporsional • Ukuran bahan dan kadar air 	<ul style="list-style-type: none"> • Analisis kualitas bahan baku • Pengkayaan untuk meningkatkan kualitas • Simpan dalam karung atau tumpuk pada tempat yang kering (<i>curing stage</i>) • Standarisasi (ukuran partikel dan kadar air)
Terlalu cepat kering	<ul style="list-style-type: none"> • Panas dan uap mudah hilang • Ukuran bahan terlalu besar 	<ul style="list-style-type: none"> • Gunakan insulator atau ditutupi • Gunakan kotak penutup • Tambahkan bulking agent
pH masam (pH < 4,5)	<ul style="list-style-type: none"> • Asam-asam organik berlebih • Bahan berupa limbah basah (sisa makanan dan buah-buahan) 	<ul style="list-style-type: none"> • Tambahkan bahan-bahan kering • Tambahkan N hingga C/N ratio ideal tercapai • Tambahkan kapur pertanian
pH basa (pH > 8,5)	<ul style="list-style-type: none"> • Kelebihan N • Bahan kaya akan N dan miskin C 	<ul style="list-style-type: none"> • Tambahkan bahan kering yang kaya akan karbon (misal: daun-daunan, serbuk gergajian kayu, dll.)

2.6. Kematangan Kompos

Kompos untuk dapat digunakan dengan aman dalam memupuk tanaman dan memiliki kandungan unsur hara yang maksimal dapat ditentukan oleh tingkat kematangan kompos tersebut. Beberapa pendekatan yang dapat dilakukan untuk mengetahui tingkat kematangan suatu kompos diantaranya adalah:

1. Temperatur kompos yang menurun atau rendah pada akhir pengomposan (biasanya mendekati suhu ruang)

2. Nisbah C/N < 20
3. Tidak ada aktivitas serangga atau larva pada akhir pengomposan
4. Hilangnya bau tidak sedap
5. Muncul warna putih atau abu-abu karena berkembangnya antinomycetes
6. Perubahan warna dasar bahan yang dikomposkan menjadi coklat sampai hitam
7. Terjadi penyusutan volume atau bobot kompos seiring dengan kematangan kompos. Besarnya penyusutan tergantung pada karakteristik bahan mentah dan tingkat kematangan kompos. Biasanya penyusutan terjadi antara 20-40%. Jika penyusutan masih kecil atau sedikit, mungkin proses pengomposan belum selesai dan kompos belum matang.
8. Tekstur kompos remah dan apabila digunakan pada tanah akan memberikan efek positif untuk pertumbuhan tanaman.
9. Tes perkecambah dilakukan dengan cara mengambil contoh kompos dan diletakkan di dalam bak kecil atau pot-pot kecil. Setelah dibasahi, selanjutnya di atas kompos diletakkan 4 benih (bisa juga lebih dari 4 biji benih). Jumlah benih tiap-tiap pot harus sama. Pada saat yang sama, letakkan juga benih di atas kapas basah yang dihamparkan diatas bak kecil, selanjutnya ditutup dengan plastik bening. Pada hari ke-5 atau hari ke-7 hitung benih yang berkecambah. Bandingkan jumlah benih yang berkecambah di atas kompos dengan yang berkecambah di atas kapas basah. Kompos yang telah matang dan stabil ditunjukkan oleh banyaknya benih yang berkecambah.

Selain beberapa pendekatan seperti nomor 1-7 tersebut, beberapa pihak seperti perusahaan memiliki

standar kualitas kompos sendiri. Adapun standar kualitas kompos yang dijadikan acuan oleh beberapa perusahaan atau asosiasi seperti pada Tabel 2.8.

Tabel 2.8. Standar kualitas kompos salah satu perusahaan dan asosiasi

Parameter Mutu	Satuan	Standar Mutu		
		PT. Mekaro Daya Mandiri (1995)	Asosiasi Bark Kompos Jepang	
Fisik	Kotoran	-	Tidak ada	-
	Warna	-	Coklat tua	-
	Bau	-	Sedikit	-
	Kadar Air	%	10 - 20	55 - 65
	pH	-	5,5 - 6,5	5,5 - 7,5
	Daya Ikat	-	100 - 150	-
Biologi	Uji benih	-	-	Dapat diterima
Kimia	Bahan	%	-	-
	C/N	-	Maks 20	< 35
	Total N	%	2,5 - 3,5	> 1,2
	N- tersedia	%	50 - 70	-
	P2O5	%	1 - 1,5	> 0,5
	K2O	%	1 - 1,5	> 0,3
	KTK	%Meq/100g	75 - 100	> 70
Logam	%	Tidak ada	-	

2.7. Standar Baku Mutu Kompos

Secara umum, karakteristik pupuk organik umumnya sangat bervariasi. Kualitas kompos atau pupuk organik berkaitan erat dengan jenis dan komposisi bahan dasar dan teknik pengkomposan yang digunakan. Menurut Simarmata *et al.* (2000), standar baku mutu kompos di Indonesia didasarkan pada Standar Nasional Indonesia (SNI), yaitu SNI 19-7030-2004 (Tabel 2.9) dan Peraturan Menteri Pertanian No 70/Permentan/SR.140/10/2011 tentang Pupuk

Organik, Pupuk Hayati dan Pembenhah Tanah (Tabel 3). Secara garis besar, di dalam standar baku mutu tercantum batas minimum (bawah) dan batas maksimum (atas) dari setiap parameter kualitas kompos. Sifat utama kompos antara lain, (1) sifat kimia (C-organik, C/N ratio, kadar N + P₂O₅ + K₂O), (2) kandungan logam berat), dan (3) sifat biologi meliputi kandungan bakteri patogen.

Upaya untuk meningkatkan mutu kompos dapat dilakukan dengan menambahkan bahan alami yang dapat meningkatkan kandungan hara (seperti dolomit, batuan fosfat, tepung tulang, tepung cangkang telur, dan guano), standarisasi ukuran (pengayakan dan ukuran lubang ayakan) maupun kadar air, dan penambahan mikroorganisme yang menguntungkan, seperti penambahan pupuk hayati penambat N, pelarut P, dan agen hayati lainnya.

Tabel 2.9. Standar baku mutu kompos berdasarkan SNI 19-7030-2004

No.	Parameter	Satuan	Minim.	Maks.
1.	Kadar Air	%	°C	50
2.	Temperatur			suhu air
3.	Warna			Kehitaman
4.	Bau			Berbau
5.	Ukuran partikel	Mm	0,55	25
6.	Kemampuan ikat air	%	58	
7.	pH		6,80	7,49
8.	Bahan	%	*	1,5
Unsur				
9.	Bahan organik	%	27	58
10.	Nitrogen	%	0,40	26
11.	Karbon	%	9,80	32
12.	Phosfor (P ₂ O ₅)	%	0.1	
13.	C/N-rasio		10	20
14.	Kalium	%	0,20	*

Logam Berat				
15.	Arsen	mg/kg	*	13
16.	Cadmium (Cd)	mg/kg	*	3
17.	Cobal (Co)	mg/kg		34
18.	Chromium (Cr)	mg/kg	*	210
19.	Tembaga (Cu)	mg/kg	*	100
20.	Mercuri (Hg)	mg/kg	0,8	20
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.	Calsium	%	*	25,5
26.	Magnesium (Mg)	%	*	0,6
27.	Besi (Fe)	%	*	2
28.	Aluminium (Al)	%		2,2
29.	Mangan (Mn)	%		0,1
Bakteri				
30.	<i>FecalColi</i>	MPN/gr		1000
31.	<i>Salmonella sp.</i>	MPN/4 gr		3

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

Tabel 2.10. Standar baku mutu pupuk organik (kompos) curah menurut Permentan No 70 Tahun 2011

No.	Parameter	Satuan	Standar Mutu	
			Murni	Diperkaya Mikroba
1.	C-Organik	%	Min 15	Min 15
2.	C/N rasio		15-25	15-25
3.	Bahan ikutan (plastik, kaca, kerikil)			
4.	Kadar air	%	15-25	15-25
5.	Logam berat			
	• As	ppm	Maks 10	Maks 10
	• Hg	ppm	Maks 1	Maks 1
	• Pb	ppm	Maks 50	Maks 50
	• Cd	ppm	Maks 2	Maks 2
6.	pH		4-9	4-9

7.	Hara Makro (N + P ₂ O ₅ + K ₂ O)	%	Min 4	Min 4
8.	Mikroba Kontaminan			
	• <i>E. coli</i>	MPN/g	< 10 ²	< 10 ²
	• <i>Salmonella sp.</i>	MPN/g	< 10 ²	< 10 ²
9.	Mikroba Fungsional			
	• Penambat N	cfu/g	-	> 10 ³
	• Pelarut P	cfu/g	-	> 10 ³
10.	Ukuran Butiran 2-5 mm	%		
11.	Unsur Hara Mikro			
	• Fe total	ppm	Maks 9000	Maks 9000
	• Fe tersedia	ppm	Maks 500	Maks 500
	• Mn	ppm	Maks 5000	Maks 5000
	• Za	ppm	Maks 5000	Maks 5000

* Kadar air atas dasar berat basah

DAFTAR PUSTAKA

- Abdel-Rahman, M.A., M.N. El-din., B.M. Refaat., E.H. Abdel-shakour., E.E. Ewais., and H.M.A. Alrefaey., 2016. Biotechnological application of thermotolerant cellulose-decomposing bacteria in composting of rice straw. *Ann. Agric. Sci.* 61(1): 135-143.
- Aisya. 2013. Kegunaan Ampas Kopi Bagi Kebun dan Tanaman. *Dalam Juliani.* 2017. Pengaruh Pemberian Ampas Kopi Terhadap Pertumbuhan Tanaman Cabai Merah Keriting (*Capsicum annum* Var. Langun L.) dan Pengajarannya di SMA Negeri 5 Palembang. Skripsi. FKIP, Universitas Muhammadiyah. Palembang.
- Alexander, M. 1977. Introduction to Soil Microbiology. John Wiley and Sons. New York.
- Andriany, Fahrudin dan A. Abdullah. 2018. Pengaruh jenis bioaktivator terhadap laju dekomposisi seresah daun jati *Tectona grandis* L.f., di wilayah kampus UNHAS Tamalanrea. *Jurnal Biologi Makassar* 3(2): 31-42.
- Anonim. 2021. Pengertian Pupuk Kompos, Kandungan, Ciri, Manfaat, dan cara Penggunaan. <https://dosenpertanian.com/pupuk-kompos/>. Diakses tanggal 5 Januari 2021.
- Atini, J., R. Zulhidayani, dan T. Heiriyani. 2018. Pemanfaatan limbah media tanam jamur tiram putih (*Pleurotus ostreatus*) sebagai kompos dan pengaruhnya terhadap hasil tanaman Okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench). *JTAM Agroekotek View.* 1(2): 9-18.

- Balai Pengkajian Teknologi Pertanian. 2013. Jajar Legowo. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Kementerian Pertanian. Jakarta.
- Barus, J. 2011. Uji efektivitas kompos jerami dan pupuk NPK terhadap hasil padi. *J. Agrivigor.* 10(3): 247-252.
- Cahaya, T. S. A. dan Nugroho, D, A. 2009. Pembuatan Kompos dengan Menggunakan Limbah Padat Organik (Sampah Sayuran dan Ampas Tebu). Fakultas Teknik. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Cahyana dan Muchroji. 2002. Budidaya Jamur Kuping. Penerbar Swadaya. Jakarta.
- Cassman, K.G., M.J. Kropff, J. Gaunt, and S. Peng. 1993. Nitrogen use efficiency of rice reconsidered: what are the key constraints? *Plant Soil.* 155(156): 359-362.
- Conway, G.R. and E.B. Barbier. 1990. After the Green Revolution: Sustainable Agriculture for Development. Earthscan Publication. London.
- Dimiyati, A., S. Bahrein, E. Danakusumah, Muchari, dan B. Nurbaeti. 1998. Pembangunan Sistem Usaha Pertanian Berkelanjutan. Prosiding Analisis Ketersediaan Sumberdaya Pangan dan Pembangunan Pertanian Berkelanjutan. Badan Litbang Pertanian 1997-1998.
- Ditjenbun. 2006. Pedoman Pemanfaatan Limbah Dari Pembukaan Lahan. Direktorat Jenderal Perkebunan. Departemen Pertanian. Jakarta.
- Effendi, M. dan Sitanggang, M. 2015. Lele Organik - Hemat Pakan. Agromedia Jakarta.

- Eriksson, K.E.L., R.A. Blanchette, and P. Ander. 1989. Microbial and Enzymatic Degradation of Wood and Wood Components. Springer-Verlag Heildeberg. New York.
- Faesal dan Syuryawati. 2018. Efektivitas kompos limbah jagung menggunakan dekomposer bakteri dan cendawan pada tanaman jagung. *Jurnal Pangan*. 27(2): 117 – 128.
- FAO. 2015. Farmer'S Compost Handbook Experiences in Latin America. <http://www.fao.org/3/a-i3388e.pdf>. Diakses Juli 2021.
- Gaur, A.C. 1980. A Manual of Rural Composting. Project Field Document No. 15. Food and Agriculture Organization of The United Nations.
- Hakim, A.M. 2009. Asupan Nitrogen Dan Pupuk Organik Cair Terhadap Hasil dan Kadar Vitamin C Kelopak Bunga Rosela (*Hisbiscus sabdariffa* L.). Universitas Sebelas Maret, Surakarta. Retrieved from <http://eprints.uns.ac.id/8886/1/160392508201009481.pdf>.
- Hartatik, W. dan Widowati, L.R. 2006. Pupuk Kandang, Pupuk Organik dan Pupuk Hayati. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Lahan Pertanian. Kementerian Pertanian. Bogor.
- Herawati, V.E., R.A. Nugroho, Pinandoyo dan J. Hutabarat. 2017. Nutritional value content, biomass production and growth performance of *daphnia magna* cultured with different animal wastes resulted from probiotic bacteria fermentation. *Earth and Environmental Science* 55 (012004): 1-10.
- Hunaepi, Dharmawibawa, I.D., Samsuri, T., Mirawati, B., dan Asy'ari, M. 2018. Pengolahan limbah baglog jamur tiram menjadi pupuk organik komersial. *Jurnal Solma*. 7(2): 277-288.
- Huri, E. dan Syafriadiman. 2007. Jenis dan kelimpahan zooplankton dengan pemberian dosis pupuk kotoran burung puyuh yang berbeda. *J. Berkala Perikanan Terubuk*. 35(1): 1-19.
- Ilham N, Saptana, B. Winarso, H. Supriadi, Supadi, Y.H. Saputra. 2014. Kajian Pengembangan Sistem Pertanian Terintegrasi Tanaman-Ternak. Laporan Penelitian Akhir. Pusat Sosial Ekonomi dan Kebijakan Pertanian. Bogor.
- Isroi. 2008. Kompos. <https://isroi.files.wordpress.com/2008/02/kompos.pdf>. Dikases Maret 2018.
- Jaya, J.D., Nuryati, dan Ramadhani. 2014. Optimasi produksi pupuk kompos tandan kosong kelapa sawit (tkks) dan aplikasinya pada tanaman. *Jurnal Teknologi Agro-Industri*. 1(1): 1-8.
- Jumar. 2004. Metode Pembuatan Pupuk Organik dengan Bantuan Mikroba Dekomposer. Jurusan Hama Penyakit Tumbuhan. Fakultas Pertanian Universitas Lambung Mangkurat. Banjarbaru.
- Kasongo R.K., A. Verdoodt, P. Kanyankagote, G. Baert dan E. Van Ranst. 2010. Coffee waste as an alternative fertilizer with soil improving properties for sandy soils in humid tropical environments. *Soil Use and Management* 27(1): 94-102.

Khoiri, S. dan Mu'alim. 2018. Fermentasi limbah jagung dan pengaruhnya terhadap pertumbuhan jagung ungu introduksi di Madura. *Agrovigor* 11 (2): 96 – 100

Kurnia, U., D. Setyorini, T. Prihatini, S. Rochayati, Sutono, dan H. Suganda. 2001. Perkembangan dan Penggunaan Pupuk Organik di Indonesia. Rapat Koordinasi Penerapan Penggunaan Pupuk Berimbang dan Peningkatan Penggunaan Pupuk Organik. Direktorat Pupuk dan Pestisida, Direktorat Jendral Bina Sarana Pertanian, Jakarta, Nopember 2001 (Tidak dipublikasikan).

Leovisi, H. 2012. Makalah Seminar. Pemanfaatan Blotong pada Budidaya tebu (*Saccharum officinarum* L.) di Lahan Kering. Program Studi Agronomi. Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Gadjahmada, Yogyakarta

Lingga, P. 1991. Jenis dan Kandungan Hara pada Beberapa Kotoran Ternak. Pusat Pelatihan Pertanian dan Pedesaan Swadaya (P4S) ANTANAN. Bogor (Tidak dipublikasikan).

Losito, Riseann. 2011. "Coffee Grounds as Garden Fertilizers" (online). http://www.ehow.com/about_6472165_coffee-grounds-garden-fertilizer.html/. Diakses tanggal 30 Januari 2012.

Makarim, A.K. dan I. Las. 2005. Terobosan Peningkatan Produktivitas Padi Sawah Irigasi melalui Pengembangan Model Pengelolaan Tanaman dan Sumberdaya Terpadu (PTT). Badan Litbang Pertanian. Kemeterian Pertanian. Bogor.

Makarim, A.K., Sumarno, dan Suyamto. 2007. Jerami Padi: Pengelolaan dan Pemanfaatan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Kementerian Pertanian. Bogor.

Mangimba, J. 1993. Pengaruh Pemberian Ampas Tahu sebagai Bahan Substitusi Bungil Kelapa dalam Ransum Terhadap Konsumsi Makanan dan Efisiensi Makanan pada Babi Betina. *Skripsi*. Fakultas Peternakan Universitas Hasanudin. Makassar.

Manis, I., Supriadi, dan Said, I. 2017. Pemanfaatan limbah kulit pisang sebagai pupuk organik cair dan aplikasinya terhadap pertumbuhan tanaman kangkung darat (*Ipomoea reptans* Poir). *J. Akademika Kim.* 6(4): 219-226.

Marum, J., D. Zulfito dan Mulyadi. 2012. Pengaruh kompos ampas tebu terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman lobak pada tanah podsolid merah kuning. Program Studi Agronomi. Universitas Tanjungpura. Pontianak.

Melsasail, L., Warouw, V. R. Ch, dan Kamagi, Y.E.B. 2019. Analisis Kandungan Unsur Hara Pada Kotoran Sapi di Daerah Dataran Tinggi dan Dataran Rendah. *Skripsi*. Program Studi Agroteknologi. Fakultas Pertanian Universitas Sam Ratulangi. Manado.

Misran, E. 2005. Industri tebu menuju zero waste industry. *J. Teknologi Proses.* 4 (2): 6 - 10.

Murbando. 2010. Membuat Kompos. Peneber Swadaya. Jakarta.

- Muyassir, Sufardi, dan Saputra, I. 2012. Perubahan sifat fisika inceptisol akibat perbedaan jenis dan dosis pupuk organik. *Lentera*. 12(1): 1-8.
- Ningsih, S. dan Nusyirwan. 2018. Pengaruh kompos ampas tebu (*Saccharum officinarum* L.) terhadap pertumbuhan tanaman cabai rawit (*Capsicum frutescent* L.). *Jurnal Biosains*. 4(3): 138-144.
- Nugroho, A. 2012. Pengaruh Bahan Organik Terhadap Sifat Biologi Tanah. Jurusan Budidaya Tanaman Pangan. Politeknik Negeri Lampung. Bandar Lampung.
- Pasandaran E, A Djajanegara, K. Kariyasa, dan F. Kasryno. 2005. Kerangka Konseptual Integrasi Tanaman-Ternak di Indonesia. Integrasi Tanaman-Ternak di Indonesia. Badan Litbang Pertanian. Departemen Pertanian. Jakarta.
- Puslitkoka. 2012. Pusat Penelitian Kopi dan Kakao. Jember. Indonesia.
- Rahmah L.N., Styaningtyas A.N., Hidayat N., 2016. Compost characteristic from oyster mushrooms baglog's waste (Study of EM4 and Goat Manure Concentration). *Jurnal industri* 4(1): 1-9.
- Ramayulis dan Nilawati. 2009. Buku Ajar Bahan Pakan dan Formulasi Ransum. Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh. Sumatera Barat.
- Sahputra, A, Barus A, dan Sipayung, R. 2013. Pertumbuhan dan produksi bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) terhadap pemberian kompos kulit kopi dan pupuk organik cair. *Jurnal Agroekoteknologi* (2): 26 -35.

- Saptana dan Ashari. 2007. Pembangunan pertanian berkelanjutan melalui kemitraan usaha. *Jurnal Litbang Pertanian*. 26(4): 123-130.
- Saptana, R.A. Saptati, dan N. Ilham. 2018. Sistem Pertanian Berkelanjutan: Kinerja dan Prospek Penerapan Tenologi Terpadu Ramah Lingkungan. Forum Komunikasi Profesor Riset. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Kementerian Pertanian. IAARD PRESS. Jakarta.
- Saraswati, R., E. Santosa, dan E. Yuniarti. 2004. Organisme Perombak Bahan Organik dalam Pupuk Organik dan Pupuk Hayati.
- Setyanto, P. 2008. Perlu Inovasi Teknologi Mengurangi Emisi Gas Rumah Kaca dari Lahan Pertanian. Balingtan-Badan Litbang Pertanian. Kementerian Pertanian. Jakarta.
- Setyorini, D., R. Saraswati, dan E.K. Anwar. 2006. Kompos. *Dalam* Pupuk Organik dan Pupuk Hayati. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Bogor.
- Bimarmata, T. 2012. Teknologi Pemulihan Kesehatan dan Peningkatan Produktivitas Lahan Suboptimal Untuk Mempercepat Pencapaian Kedaulatan Pangan di Indonesia. Makalah pada Workshop Konsorsium Lahan Suboptimal tanggal 23 - 24 Februari 2012 di Palembang.
- Bimarmata, T., D. Herdiyantoro, A. Nurbaity, D.S. Anggraeni, M.R. Setiawati, P. Suyatmana, E. Harlia, A. Firman, E.T. Marlina, B.N. Fitriantini, dan R. Hidersah. 2000. Pemanfaatan Limbah Pertanian. Program Studi Penyuluhan dan

- Komunikasi Pertanian. Universitas Terbuka, Jakarta.
- Simarmata, T., D. Herdiyantoro, A. Nurbaity, D.S. Anggraeni, M.R. Setiawati, P. Suyatmana, E. Harlia, A. Firman, E.T. Marlina, B.N. Fitriantini, dan R. Hidersah. 2000. Pemanfaatan Limbah Pertanian. Program Studi Penyuluhan dan Komunikasi Pertanian. Universitas Terbuka, Jakarta.
- Simarmata, T., Turmuktini, T., Citraresmi, A dan B. Joy. 2012. Penggunaan Dekomposer Dalam Pengomposan, Pemulihan Kesehatan Tanah dan Peningkatan Produktivitas Ekosistem Pertanian. Makalah Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Berbasis Hayati Dalam Upaya Mewujudkan Pertanian yang Berkelanjutan pada Tanggal 26 November 2012 di Hotel Aston Primera, Bandung.
- Sinuraya, B.A. dan Melati, M. 2019. Pengujian berbagai dosis pupuk kandang kambing untuk pertumbuhan dan produksi jagung manis organik (*Zea mays* var. *Saccharata* Sturt). *Bul. Agrohorti*. 7(1): 47-52.
- SNI. 2004. Spesifikasi kompos dari sampah organik domestik. Badan Sertifikasi Nasional (BSN), Jakarta.
- Sumarno dan Suyamto. 1998. Agroekologi sebagai Dasar Pembangunan Sistem Usaha Pertanian Berkelanjutan. Hal.235-256. Proc. Analisis Ketersediaan Sumber Daya Pangan dan Pembangunan Pertanian Berkelanjutan. Badan Litbang Pertanian, Jakarta.
- Sumarno dan U. G. Kartasasmita. 2012. Kesiapan petani menggunakan pupuk organik pada padi sawah. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*. 31(3): 137-144.
- Sumarno, 2018. Mewujudkan Pertanian Berkelanjutan: Agenda Inovasi Teknologi dan Kebijakan. Forum Komunikasi Profesor Riset. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Kementerian Pertanian. IAARD PRESS. Jakarta.
- Sumarno, I.G. Ismail, dan P.H. Soetjipto. 2000. Konsep usahatani ramah lingkungan. Dalam: Tonggak Kemajuan Teknologi Produksi Tanaman Pangan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Bogor.
- Sumarno. 2006. Merakit Teknologi Revolusi Hijau Lestari untuk Ketahanan Pangan Nasional di Masa Depan. Makalah disampaikan pada Seminar Nasional Sumber Daya Lahan Pertanian. BBPSDL Bogor. Bogor.
- Butanto, R. 2002. Pertanian Organik: Menuju Pertanian Alternatif dan Berkelanjutan. Kanisius. Yogyakarta.
- Thesiwati, A. S. 2018. Peranan kompos sebagai bahan organik yang ramah lingkungan. *Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat Dewantara*. 1(1): 27-33.
- Tufaila, M., Laksana, D.D. dan Alam, S. 2014. Aplikasi kompos kotoran ayam untuk meningkatkan hasil tanaman mentimun (*Cucumis sativus* L.) di tanah masam. *Jurnal Agroteknos*. 4(2): 120-127.

- Untung, K. 1997. Peranan Pertanian Organik dalam Pembangunan yang Berwawasan Lingkungan. Makalah yang dibawakan dalam Seminar Nasional Pertanian Organik.
- Wahyono, S. 2010. Tinjauan manfaat kompos dan aplikasinya pada berbagai bidang pertanian. *Jurnal Rekayasa Lingkungan*. 6(1): 29-38
- Widodo, K.H. dan Z. Kusuma. 2018. Pengaruh kompos terhadap sifat fisik tanah dan pertumbuhan tanaman jagung di inceptisol. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*. 5(2): 959-967.
- Yurmiati, H. dan Hidayati, YA. 2008. Evaluasi Produksi dan Penyusutan Kompos dari Feses Kelinci Pada Peternakan Rakyat. *Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner*. Universitas Padjadjaran. Bandung.

Biodata Penulis 1



Ir. Jumar, M.P. Lahir di Kandangan, Kabupaten Hulu Sungai Selatan, Kalimantan Selatan, tanggal 24 Oktober 1965. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian ULM tahun 1992. Tahun 2007 menyelesaikan pendidikan Program Pascasarjana pada Program Pascasarjana Agronomi ULM.

Penulis adalah staf pengajar pada Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian ULM. Buku Entomologi Pertanian yang diterbitkan PT. Rineka Cipta, Jakarta tahun 2000 merupakan karya pertamanya. Tahun 2018, Buku Gulma, Bioekologi dan Pengendaliannya yang diterbitkan Intrans Publishing, Malang serta Buku Teknologi Pertanian Organik yang diterbitkan Intelegensia Media, Malang merupakan karya kedua dan ketiga.

Selama melaksanakan tridharma perguruan tinggi di Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian ULM, penulis aktif melakukan publikasi hasil riset pada jurnal-jurnal terindeks sinta, dan jurnal internasional diantaranya *Effect of Fish Amino Acid Application on Growth and N-uptake in Plants Rice Using The System of Rice Intensification Method* pada *Tropical Wetland Journal* (2021), Uji Efektivitas Ekstrak Batang Brotowali (*Tinospora crispa* (L.) Miers.) pada Hama Padi Wereng Batang Coklat (*Nilaparvata lugens* Stal.) dalam Skala Rumah Kaca pada Jurnal

Agrotrop (2021). Limbah Baglog Jamur Tiram Putih sebagai Kompos pada Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.) Var. Hiyung pada Jurnal Budidaya Pertanian (2021). Pertumbuhan dan Hasil Kedelai Edamame (*Glycine max* (L.) Merr.) dengan Aplikasi Pupuk Organik Guano di Tanah Tukungan pada Jurnal EnviroScienteeae (2021), Teknologi Pengomposan Limbah Kulit Durian Menggunakan EM4 pada Jurnal EnviroScienteeae (2020). Guano LOF (*Liquid Organic Fertilizer*) as a Substitute for AB Mix Nutrition on the Growth and Yield Response of Pakcoy Plants in Hydroponic Wick System dan Control of Anthracnose Disease in Chilli (*Capsicum annum* L.) with Several Doses of Noni Leaf Extract (*Morinda citrifolia* L.) pada IOSR Journals (2020), serta aktif melakukan publikasi pada prosiding seminar nasional dan internasional.

Selama dua tahun berturut-turut (2020-2021), penulis bersama Riza Adrianoor Saputra, S.P., M.P. mendapatkan hibah penelitian pada Program Dosen Wajib Meneliti (PDWM) sumber dana PNBP Universitas Lambung Mangkurat dengan fokus penelitian ameliorasi lahan sulfat masam dengan memanfaatkan limbah-limbah pertanian untuk meningkatkan produktivitas padi.

Biodata Penulis 2



Riza Adrianoor Saputra, S.P., M.P. Lahir di Kota Banjarmasin, Kalimantan Selatan, tanggal 2 Oktober 1991. Lulus S1 pada Fakultas Pertanian Program Studi Agroekoteknologi ULM sebagai Sarjana Pertanian (S.P.) tahun 2013 dan lulus S2 pada Program Pasca Sarjana ULM sebagai Magister

Pertanian (M.P.) tahun 2016.

Penulis adalah staf pengajar pada Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian ULM Banjarbaru sejak 2016. Karya tulis berupa buku teks dengan judul Teknologi Pertanian Organik yang diterbitkan oleh Intelegensia Media, Malang tahun 2018 merupakan karya pertamanya.

Selama melaksanakan tridharma perguruan tinggi di Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian ULM, penulis aktif melakukan publikasi hasil riset pada jurnal-jurnal terindeks sinta, diantaranya *Effect of Fish Amino Acid Application on Growth and N-uptake in Plants Rice Using The System of Rice Intensification Method* pada *TROPICAL WETLAND JOURNAL* (2021), Pemanfaatan *Typha angustifolia* dan Fungi Mikoriza Arbuskular untuk Fitoremediasi Air Asam Tambang pada Jurnal Teknologi Mineral dan Batubara (2021), Pertumbuhan dan Hasil Kedelai Edamame (*Glycine max* (L.) Merr.) dengan Aplikasi Pupuk Organik Guano di Tanah

Tukungan pada Jurnal *EnviroSciencieae* (2021), *Soil Acidity Mapping of Swamp Lands planted with rice in Ampukung Village, Kelua District, Tabalong Regency* pada *TROPICAL WETLAND JOURNAL* (2020), Perkecambahan dan Pertumbuhan Bibit dari Benih Poliembrio Jeruk Siam Banjar pada Media Tanah Gambut yang Diaplikasikan Beberapa Amelioran pada Jurnal *Agrin* (2020), Teknologi Pengomposan Limbah Kulit Durian Menggunakan EM4 pada Jurnal *EnviroSciencieae* (2020), serta aktif melakukan publikasi pada prosiding seminar nasional dan internasional, diantaranya *Ameliorant engineering to elevate soil pH, growth, and productivity of paddy on peat and tidal land* dan *Effect of Pleurotus ostreatus substrates compost on the chemical properties of acid sulfate soils* pada *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*.

Selama dua tahun berturut-turut (2020-2021), penulis bersama Ir. Jumar, M.P. mendapatkan hibah penelitian pada Program Dosen Wajib Meneliti sumber dana PNBPU Universitas Lambung Mangkurat dengan fokus penelitian ameliorasi lahan sulfat masam dengan memanfaatkan limbah-limbah pertanian untuk meningkatkan produktivitas padi.