

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terkait

Kemajuan teknologi pemanfaatan berbagai hasil limbah menjadi berbagai jenis produk khususnya kompos telah berkembang semakin maju sejalan dengan perkembangan penelitian dibidang biologi molekuler, dengan adanya cabang ilmu bioteknologi yang tidak hanya memudahkan inokulasi ternyata bisa aplikasikan dalam pemanfaatan identifikasi dan karakterisasi mikroorganisme yang berpotensi tinggi sebagai produk kompos. Penelitian pemanfaatan kompos dari limbah organik telah banyak dilakukan oleh banyak peneliti, masing-masing dari penelitian tersebut mempunyai karakteristik dan tujuan yang berbeda untuk menghasilkan suatu manfaat yang bukan hanya untuk mengurangi pasokan limbah namun manfaat berbagai sektor kehidupan. Beberapa penelitian diantaranya digunakan sebagai dasar untuk mendukung pelaksanaan penelitian ini.

Munir and Fadhilah (2023) dalam jurnal *IOP Convergence Series: Earth and Environment Science* melakukan penelitian mengenai perubahan iklim dan kerawanan pangan dengan mengurangi dan memanfaatkan limbah pangan di Indonesia. Kerawanan pertumbuhan penduduk Indonesia yang cepat menimbulkan ancaman terhadap ketersediaan pangan untuk kebutuhan nasional di masa depan. Di Indonesia, metode penanganan limbah makanan yang paling umum adalah *dumping* atau penimbunan, yang menghasilkan metana dan gas rumah kaca lainnya yang berkontribusi terhadap perubahan iklim. Penelitian ini menguraikan beberapa skenario untuk mencegah kehilangan dan pemborosan makanan dalam berbagai

perilaku sektor distribusi dan konsumsi, serta kebijakan pemerintah, yang dapat diterapkan untuk memulai inisiatif mengurangi *food loss* dan limbah dalam mengatasi ancaman kelaparan dan kontaminasi lingkungan masa depan di Indonesia karena perubahan iklim.

Menurut Amalina (2022) yang telah melakukan penelitian tentang pemberdayaan masyarakat di Desa Larangan Kulon di Wonosobo, Jawa Tengah dalam pengolahan limbah rumah tangga menjadi kompos organik yang di publikasikan dalam Jurnal Implementasi pada tahun 2022. Sampah rumah tangga, seperti sampah sayur dan buah, menjadi penyebab penumpukan sampah. Penumpukan sampah menimbulkan masalah pencemaran yang menurunkan kualitas hidup penduduk. Pengelolaan sampah yang baik tidak hanya menjamin lingkungan yang bersih dan sehat, tetapi juga dapat meningkatkan perekonomian masyarakat dengan menciptakan produk yang memiliki nilai jual kembali. Oleh karena itu, dilakukan pelatihan iptek dalam pengolahan limbah menjadi pupuk organik yang berstandar SNI dan memiliki daya jual.

Kegiatan pengabdian ini dilaksanakan selama tiga bulan yaitu dengan bantuan pengomposan menggunakan *bioaktivator EM4*. Analisis kualitas kompos dilakukan setelah kompos matang ditinjau dari sifat fisik dan kimia seperti *pH*, *nitrogen*, *fosfor* dan kadar *kalium*. Sampah yang diolah menjadi kompos organik menunjukkan bahwa kualitas fisik kompos berwarna hitam, berbau tanah dan terbelah halus. *PH* kompos adalah 6,9 dan kadar *nitrogen*, *fosfor*, dan *kalium* memenuhi standar SNI.

Dalam *Journal of Science and Health* membahas tentang kualitas kompos ampas tahu menggunakan media biopori. Limbah ampas tahu merupakan limbah makanan yang banyak dihasilkan oleh masyarakat Indonesia. Penelitian dengan desain *post control* ini menelaah kompos yang di hasilkan dari limbah ampas tahu dan diteliti kualitas parameter karakter fisik kompos meliputi suhu, *pH*, warna, bau dan tekstur serta *C/N rasio*. Berdasarkan pengukuran selama 21 hari untuk ampas tahu didapat *pH* sebesar 7,5 dan kelembaban 50% yang memenuhi standar berdasarkan SNI (Dwi wahyu purwaningsih dkk., 2023).

Penelitian berikutnya yaitu penelitian tentang pengolahan limbah kulit pisang kepok (*musa paradisiaca l.*) menjadi pupuk organik cair yang diteliti oleh Aripah dan Asnur dalam *Jurnal Akar* mengemukakan pengolahan proses fermentasi limbah kulit pisang 20rgan, air cucian beras, air kelapa, larutan air gula merah dan *yakult* berlangsung selama 10 hari yang ditandai dengan perubahan warna menjadi kuning kecoklatan serta bau asam yang menyerupai tapai sebagai proses pembuatan pupuk organik yang dapat menyediakan unsur hara dan mineral yang dibutuhkan oleh tanaman (Arifah & Asnur, 2022a).

Terakhir adalah penelitian yang dilakukan oleh Fazriyati and Tiara (2022) melakukan penelitian pemanfaatan tulang sapi dan HNO_3 yang di gunakan untuk pembuatan pupuk *calcinit* dengan proses *presipitasi* dan *kalsinasi*. Pupuk *calcinit* merupakan pupuk yang mengandung dua unsur hara utama yaitu kalsium dan nitrogen. Unsur kalsium digunakan sebagai *mikronutrien* tanaman untuk pembentukan dan regenerasi sel tanaman, meningkatkan kualitas buah dan memperpanjang umur simpan buah. *Nitrogen* memainkan peran penting dalam

perkembangan daun, membantu dalam *fotosintesis*, dan mengoptimalkan kemampuan tanaman untuk memproses makanan.

Proses pembuatan pupuk kalsit yaitu tulang sapi dibersihkan dari sisa lemak dan kotoran kemudian digiling halus hingga menjadi bubuk, kemudian dimasukkan ke dalam tungku untuk dilakukan proses kalsinasi, dan perbandingan berbagai suhu adalah 600°C - 800°C , dengan waktu 4 jam. Tepung tulang sapi yang telah dikalsinasi direaksikan dengan larutan HNO_3 dengan perbandingan konsentrasi 1N - 5N , proses pengendapan dilakukan selama 24 jam. Endapan yang dihasilkan kemudian dikeringkan. Penelitian ini memberikan hasil terbaik sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) dengan suhu kalsinasi 800°C , konsentrasi 5N , kandungan CaO 70,81%, dan kandungan N 49,6%.

2.2 Limbah Organik

Limbah merupakan masalah krusial di Indonesia. Limbah ini merupakan hasil pembuangan suatu barang oleh seseorang atau sekelompok orang, baik industri maupun perorangan yang tidak memiliki nilai ekonomis. Limbah adalah sisa atau produk dari suatu proses usaha atau kegiatan yang terbuang dan tidak terpakai yang dapat menimbulkan dampak buruk terhadap makhluk hidup dan lingkungan. Menurut PP No 12 tahun 1995, limbah atau sampah adalah bahan sisa suatu kegiatan dan atau proses produksi (Saputro and Dwiprigitaningtias, 2022).

Berdasarkan sifatnya limbah dapat digolongkan menjadi dua bagian yaitu limbah organik dan anorganik. Limbah organik merupakan limbah yang dapat diuraikan secara sempurna melalui proses biologi baik aerob maupun anaerob. limbah organik berasal dari makhluk hidup, baik manusia maupun hewan, maupun

tumbuhan. Limbah organik yang dapat diurai melalui proses biologi mudah membusuk, seperti sisa makanan, sayuran, potongan kayu, daun-daun kering, dan sebagainya. Limbah organik dapat mengalami pelapukan (dekomposisi) dan terurai menjadi bahan kecil dan berbau (Putra, 2021).

Jenis limbah sangat beragam, yakni limbah pertanian, limbah industri dan limbah rumah tangga, yang kadang disebut limbah atau sampah dapur. limbah dapur ini kita jumpai sehari-hari. Dimana produksi terbesar sampah berasal dari limbah rumah tangga. Dalam setiap rumah tangga pasti terdapat limbah jenis ini, yakni disebut limbah atau sampah organik. Sampah tersebut dibedakan atas organik basah dan kering. Limbah organik basah yaitu yang berasal dari sisa buah-buahan yang kita makan, yakni kulit buah-buahan, biji buah-buahan, sisa sayuran yang tidak terpakai untuk memasak; sedangkan sampah daun-daun kering, ranting, kertas, disebut organik kering. Limbah rumah tangga tersebut selalu ada dalam kehidupan sehari-hari (Rijal, 2020).

Berdasarkan hasil riset *Sustainable Waste Indonesia* (SWI) terdapat 65 juta ton sampah diproduksi per hari, karena tidak dikelola sehingga menghasilkan 15 juta ton limbah yang mengotori ekosistem dan lingkungan. Jika permasalahan limbah ini tidak segera ditanggulangi maka akan semakin besar dampak pencemaran bukan hanya jumlah ekosistem di Indonesia yang rusak dan tercemar tapi juga terhadap sektor kesehatan (Putra, 2021).

2.2.1 Limbah Ampas Tahu

Limbah ampas tahu merupakan salah satu limbah organik yang banyak dihasilkan dari sisa pengolahan kedelai menjadi tahu. Industri tahu merupakan salah

satu industri yang memiliki perkembangan pesat. Terdapat 84 ribu unit industri tahu di Indonesia dengan kapasitas produksi mencapai 2,56 juta ton pertahun. Ampas tahu yang terbentuk besarnya berkisar antara 25-35% dari produk tahu yang dihasilkan. Ampas tahu dapat dijadikan sebagai bahan pakan sumber protein karena mengandung protein kasar cukup tinggi berkisar antara 23-29% dan kandungan zat nutrien lain adalah lemak 4,93% dan serat kasar 22,65% (Rijal, 2020). Berikut ini tabel komposisi perbandingan gizi pada tahu dan ampas tahu:

Tabel 2.1 Perbandingan Gizi pada Tahu dan Ampas Tahu Kadar/100 g.

No	Unsur Gizi	Kedelai Basah	Tahu	Ampas Tahu
1	Energi (kal)	382	79	393
2	Air (g)	20	84,4	4,9
3	Protein (g)	30,2	7,8	17,4
4	Lemak (g)	15,6	4,6	5,9
5	Karbohidrat (g)	30,1	1,6	67,5
6	Mineral (g)	4,1	1,2	4,3
7	Kalsium (g)	196	124	19
8	Fosfor (g)	506	63	29
9	Zat besi (mg)	6,9	0,8	4
10	Vitamin A (mg)	29	0	0
11	Vitamin B (mg)	0,93	0,06	0,2

Sumber: Depkes RI, 2019, Daftar Komposisi Pangan Indonesia.

2.2.2 Limbah Pisang Kepok

Pisang merupakan tumbuhan yang berasal dari kawasan Asia Tenggara (Rahayu, 2022), salah satu jenis buah yang mudah ditemui di berbagai daerah mulai dari pelosok pedesaan hingga di kota besar. Pisang adalah salah satu buah unggulan Indonesia yang selalu menempati posisi pertama baik dalam hal luas areal panen

maupun produksi dibandingkan dengan jenis buah-buahan lainnya dan merupakan salah satu makanan yang banyak di konsumsi oleh masyarakat (Suryalita, 2019). Menurut penelitian Arifki and Barliana (2018), Indonesia merupakan salah satu negara penghasil pisang primer yang hingga saat ini tercatat lebih dari 200 jenis pisang ada di Indonesia salah satunya adalah pisang kepok.

Pisang kepok dengan nama spesies *Musa paradisiaca L* merupakan salah satu kelompok tumbuhan pisang yang berasal dari kelompok kultivar ABB. Pisang ini termasuk kedalam jenis pisang olahan (*Plantain*) karena memiliki kandungan pati yang cukup tinggi. Pisang ini memiliki banyak manfaat dan dapat dikonsumsi oleh segala usia karena rasanya yang enak dan mengandung banyak nutrisi (Rahayu, 2022).

Pada umumnya Masyarakat hanya memanfaatkan bagian daging buah pisang untuk dikonsumsi, sedangkan kulit pisang belum dimanfaatkan secara nyata hanya dibuang sebagai limbah organik saja atau digunakan sebagai pakan ternak. Tentu saja kulit pisang yang banyak dijumpai dari limbah rumah tangga maupun usaha makanan berbahan dasar pisang dapat menimbulkan pencemaran lingkungan jika tidak ada suatu proses pengembangan dalam pemanfaatan berkelanjutan. Padahal limbah kulit pisang mengandung zat gizi yang cukup tinggi terutama vitamin dan mineralnya. Kulit pisang memiliki kandungan air 68,9 g, KH 18,5 g, protein 0,32 g, lemak 2,11 g, kalsium 715 mg, fosfor 117 mg, besi 1,6 mg, vitamin B 0,12 mg, dan vitamin C 17,5 mg (Wakano et al., 2016), sehingga dapat dimanfaatkan salah satunya menjadi pupuk kompos. Berdasarkan hasil penelitian (Fatima et al., 2023), kulit pisang yang dijadikan pupuk memiliki nilai $N-total=$

1,34%, $P= 0,05\%$, dan $K= 1,478\%$. Tingginya kandungan hara N pada kulit pisang mampu menjadi sumber nitrogen yang dimanfaatkan oleh mikroorganisme pendegradasi untuk tumbuh dan berkembang, sehingga mampu mendegradasi hidrokarbon dalam tanah.

2.2.3 Limbah Tulang Sapi

Tulang sapi merupakan limbah dari rumah potong hewan yang belum dimanfaatkan secara optimal dan ekonomis. Menurut penelitian yang dilakukan Pratama et al. (2014), setiap harinya sapi rata-rata dipotong 25-30 ekor/hari dengan berat sapi 500-700 kg/ekor, dan menghasilkan tulang sapi mencapai 11.382 kg/hari atau 48.6-54.2% dengan berat 379.4 kg/ekor sapi. Umumnya pada tulang sapi yang masih basah, berdasarkan beratnya terdapat 20% air, 45% abu, dan 35% bahan organik. Jika tulang sapi dibakar seberat 20 kg maka diperoleh abu tulang sapi sebesar 15,2 kg (76%). Jadi total abu tulang sapi yang diproduksi seberat 865032 kg/hari. Bahan padatan utama tulang sapi mengandung *kristal kalsium hidroksiapatit* $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ dan *kalsium karbonat* (CaCO_3). Kalsium hidroksiapatit merupakan *fosfat anorganik* yang larut dalam larutan asam dan merupakan salah satu *fosfat primer* dari *fosfat alam*.

Bedasarkan komposisi tersebut, maka tulang sapi dapat digunakan untuk mendapatkan unsur hara, sehingga diharapkan menjadi suatu produk yang bermanfaat salah satunya digunakan untuk membuat pupuk kompos dan mengurangi limbah rumah tangga (Fazriyati & Tiara, 2022).

2.3 Kompos

Kompos adalah sisa bahan organik yang berasal dari tanaman, hewan juga sisa jutaan makhluk kecil yang berupa bakteri jamur, ganggang, hewan satu sel, maupun banyak sel merupakan sumber bahan organik yang telah mengalami proses dekomposisi hasil penguraian, pelapukan dan pembusukan bahan organik (Dwi wahyu purwaningsih dkk., 2023). Proses pengomposan merupakan proses untuk menurunkan *C/N* bahan organik hingga sama dengan *C/N* tanah (< 20). Selama proses pengomposan, terjadi perubahan-perubahan unsur kimia yaitu *karbohidrat*, sumber energi terbarukan *selulosa*, *hemiselulosa*, lemak dan lilin menjadi CO_2 dan H_2O . Penguraian senyawa organik menjadi senyawa yang dapat diserap tanaman bisa terjadi dengan sendirinya yaitu proses alami, dimana rumput, daun-daunan dan kotoran serta sampah lainnya lama kelamaan membusuk karena adanya kerja sama antara mikroorganisme dengan cuaca. Proses tersebut bisa dipercepat oleh perlakuan manusia, yaitu dengan menambahkan mikroorganisme pengurai sehingga dalam waktu singkat akan diperoleh kompos yang berkualitas baik yang memiliki manfaat kandungan unsur hara (Yenti et al., 2023).

Menurut Setyorini et al. (2005) dalam salah satu tulisannya yang berjudul ‘Kompos’ mengatakan bahwa tingkat kandungan hara kompos sangat ditentukan oleh bahan dasar, cara pengomposan, dan cara penyimpanan. Kandungan unsur hara kompos secara umum dapat dilihat dalam tabel di bawah ini.

Tabel 2. 2 Kandungan Unsur Hara Kompos

Komponen	Kandungan (%)
Kadar Organik	41,00-43,00
C Organik	4,83-8,00
N	0,10-0,51
P ₂ O ₅	0,35-1,12
K ₂ O	0,32-0,80
Ca	1,00-2,09
Mg	0,10-0,19
Fe	0,50-0,64
Al	0,50-0,92
Mn	0,02-0,04

(Sumber : Musnamar (2007), 2016)

Karakteristik umum dimiliki kompos antara lain: (1) mengandung unsur hara dalam jenis dan jumlah bervariasi tergantung bahan asal; (2) menyediakan unsur hara secara lambat (*slow release*) dan dalam jumlah terbatas; dan (3) mempunyai fungsi utama memperbaiki kesuburan dan kesehatan tanah. Bahan kompos tersedia disekitar kita dalam berbagai bentuk, untuk mengetahui kandungan nitrogen dan rasio C/N dari setiap bahan organik yang biasa digunakan dalam pembuatan kompos, perhatikan rincian data tabel di halaman berikut:

Tabel 2. 3 Sumber Bahan Kompos, Kandungan *Nitrogen* dan *Rasio C/N*

Jenis bahan	Nitrogen per berat kering	C/N rasio
	%	
Limbah cair dari hewan	15 - 18	0,8
Darah kering	10 - 14	3
Kuku dan tanduk	12	-
Limbah ikan	4 - 10	4 - 5
Limbah minyak biji-bijian	3 - 9	3 - 15
<i>Night soil</i>	5,5 - 6,5	6 - 10
Lumpur limbah	5 - 6	6
Kotoran temak unggas	4	-
Tulang	2 - 4	8
Rumput	2 - 4	12
Sisa tanaman hijauan	3 - 5	10 - 15
Limbah pabrik bir	3 - 5	15
Limbah rumah tangga	2 - 3	10 - 16
Kulit biji kopi	1,0 - 2,3	8
Eceng gondok	2,2 - 2,5	20
Kotoran babi	1,9	-
Kotoran temak	1,0 - 1,8	-
Limbah lumpur padat	1,2 - 1,8	-
Millet	0,7	70
Jerami gandum	0,6	80
Daun-daunan	0,4 - 1,0	40 - 80
Limbah tebu	0,3	150
Serbuk gergaji	0,1	500
Kertas	0,0	*

(Sumber : Musnamar (2007), 2016)

2.3.1 Prinsip Pengomposan

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 hingga beberapa tahun tergantung bahan dasar. Bahan organik tidak dapat digunakan secara langsung oleh tanaman karena perbandingan kandungan *C/N* dalam bahan tersebut tidak sesuai dengan *C/N* tanah. Rasio *C/N* merupakan perbandingan antara *karbohidrat (C)* dan *nitrogen (N)*. *Rasio C/N* tanah berkisar antara 10-12. Apabila bahan organik mempunyai rasio

C/N mendekati atau sama dengan rasio C/N tanah, maka bahan tersebut dapat digunakan sebagai pupuk. Berdasarkan ketersediaan oksigen bebas, mekanisme proses pengomposan dibagi menjadi dua, yaitu pengomposan secara *aerobik* dan *anaerobik*. Pengomposan secara *aerobik* merupakan proses pengomposan yang memerlukan ketersediaan oksigen. Oksigen diperlukan oleh mikroorganisme untuk merombak bahan organik selama proses. Sedangkan pengomposan secara *anaerobik* merupakan proses pengomposan yang tidak memerlukan ketersediaan oksigen, namun hanya memerlukan tambahan panas dari luar (Pitri & Ramadanti, 2022).

Proses dekomposisi bahan organik dapat dibagi menjadi tiga tahap. Pada tahap awal atau dekomposisi intensif berlangsung, dihasilkan suhu yang cukup tinggi dalam waktu yang relatif pendek dan bahan organik yang mudah terdekomposisi akan diubah menjadi senyawa lain. Pada tahap pematangan utama dan pasca pematangan, bahan yang sukar akan terdekomposisi akan terurai dan membentuk ikatan kompleks lempung-humus. Produk yang dihasilkan adalah kompos matang yang mempunyai ciri antara lain: (1) tidak berbau; (2) remah; (3) berwarna kehitaman; (4) mengandung hara yang tersedia bagi tanaman; dan (5) kemampuan mengikat air tinggi (Hamdani, 2023).

Perkembangan proses dekomposisi yang kurang baik pada umumnya disebabkan oleh kandungan lengas tidak sesuai dan atau campuran bahan campuran kompos yang tidak sesuai. Selama proses dekomposisi berlangsung harus dilakukan monitoring terhadap kelembapan dan suhu dengan tujuan mengidentifikasi dan memperbaiki kesalahan pada pada tahap awal dekomposisi. Pada Tabel 2.4

disajikan daftar permasalahan yang mungkin timbul selama proses pengomposan, identifikasi penyebab, dan cara memperbaikinya.

Tabel 2.4 Diagnosis Permasalahan yang Mungkin Timbul, Identifikasi Penyebabnya dan Cara Menanggulangnya

Permasalahan	Penyebab	Cara menanggulangi
Bahan baku terlalu kering, proses dekomposisi berhenti	<ul style="list-style-type: none"> - Kelembapan turun di bawah batas ambang yang dibutuhkan mikroba karena suhu meningkat - Bahan dasar kompos terlalu kering 	<ul style="list-style-type: none"> - Kompos dibalik secara berkala - Menambah bahan kompos segar - Menutup timbunan kompos untuk mengurangi penguapan
Bahan baku terlalu basah, warna kehitaman, kekurangan oksigen	<ul style="list-style-type: none"> - Curah hujan terlalu tinggi - Bahan campuran mengandung air tinggi, namun kandungan nitrogen rendah 	<ul style="list-style-type: none"> - Kompos dibalik secara berkala, bagian dasar diberi alas kering berupa potongankayu atau ranting - Menambah tanah, batuan yang dihaluskan atau kapur
Dekomposisi berjalan lambat	<ul style="list-style-type: none"> - Prosentase kandungan lignin terlalu tinggi sehingga rasio C/N tinggi - Terlalu kering 	<ul style="list-style-type: none"> - Kompos dibalik secara berkala - Menambahkan bahan yang kaya nitrogen (kotoran ternak, limbah dapur/rumah tangga)
Bau busuk	<ul style="list-style-type: none"> - Tergenang - Kekurangan oksigen - Prosentase bahan yang mengandung nitrogen terlalu tinggi - Kekurangan bahan yang ruah - Bahan memadat 	<ul style="list-style-type: none"> - Kompos dibalik secara berkala - Menambahkan bahan yang ruah
Kompos mengandung benih gulma	<ul style="list-style-type: none"> - Selama proses dekomposisi suhu terlalu rendah 	<ul style="list-style-type: none"> - Kelembapan dan aerasi diatur - Bahan yang mengandung biji gulma diletakkan di bagian tengah timbunan agar mencapai peningkatan suhu yang tinggi
Kompos diserang kecoa	<ul style="list-style-type: none"> - Tersisa makanan dan hewan di sekitar timbunan dan tidak ditutup 	<ul style="list-style-type: none"> - Menempatkan bahan limbah dapur di bagian tengah timbunan kemudian ditutup.

Sumber: (Setyorini et al., 2005)

2.3.2 Syarat Pembuatan Kompos

Agar pembuatan kompos berhasil, berikut ini beberapa faktor yang harus diperhatikan dalam pembuatan kompos:

1. Ukuran Bahan Mentah

Ukuran bahan mentah mempengaruhi kecepatan proses pembusukan, dimana sampai batas tertentu, semakin kecil ukuran potongan bahan mentahnya, semakin cepat pula waktu pembusukannya. Ukuran ideal untuk bahan kompos yaitu 5-10 cm ditinjau berdasarkan aspek sirkulasi udara yang mungkin terjadi (Aziz et al., 2023).

2. Suhu dan Ketinggian Timbunan Kompos

Tinggi timbunan yang memenuhi syarat adalah 1,25-2 m, pada waktu proses pembusukan berlangsung, timbunan material akan menurun kira-kira 1 atau 1,25. Pentingnya tinggi timbunan bahan untuk menjaga suhu agar berjalan merata dan sempurna, hal ini dikarenakan saat proses dekomposisi, suhu akan meningkat hingga 65-70° C akibat aktivitas biologis oleh mikroba (Susilowati et al., 2022).

3. Nisbah C/N

Mikroba perombak bahan organik memerlukan karbon dan nitrogen dari bahan asal. Karbon dibutuhkan oleh mikroba sebagai sumber energi untuk pertumbuhannya dan nitrogen diperlukan untuk membentuk protein. Maka rasio C/N yang efisien adalah 30:1 (Saputri & Syafria, 2022a).

4. Kelembapan

Timbunan kompos harus selalu lembab dengan kandungan 60-70%, agar mikroba tetap beraktivitas. Kelebihan air akan mengakibatkan volume udara berkurang, sebaliknya bila terlalu kering maka proses dekomposisi akan berhenti.

5. Sirkulasi

Ukuran partikel dan struktur bahan dasar kompos mempengaruhi sistem aerasi. Makin kasar struktur maka makin besar volume pori udara dalam campuran bahan yang didekomposisi. Pembalikan timbunan bahan kompos selama proses dekomposisi berlangsung sangat dibutuhkan dan berguna mengatur pasokan oksigen bagi aktivitas mikroba.

6. Nilai pH

Menurut (Setyorini et al., 2005), bahan organik dengan nilai pH 3-11 dapat dikomposkan hingga dapat menghasilkan pH optimum berkisar antara 5,5-8,0. Bakteri lebih menyukai pH netral, sedangkan fungi aktif pada pH agak masam, oleh karena itu dibutuhkan kehati-hatian saat menambahkan kapur pada saat pengomposan. Pada awal proses pengomposan, pada umumnya pH agak masam karena aktivitas bakteri yang menghasilkan asam. Namun selanjutnya pH akan bergerak menuju netral. Variasi pH yang ekstrem selama proses pengomposan menunjukkan adanya masalah dalam proses dekomposisi .

2.3.3 Faktor Mutu Pupuk Kompos

Kualitas kompos dipengaruhi oleh jenis dan kualitas bahan baku serta kualitas proses pengomposan. Proses pengomposan dipengaruhi oleh beberapa parameter seperti ukuran partikel, kadar air, pengayakan, akumulasi, aerasi, dll. Kualitas kompos yang dapat digunakan sangat tergantung pada jumlah kontaminan yang ada di dalam bahan. Bahan organik dapat terkontaminasi oleh air yang tercemar, sumber bahan organik, dan residu pestisida. Sumber logam berat yang mencemari kompos tersebut antara lain: baterai (*merkuri, kadmium, plumbum,*

dan *seng*), kulit, cat, plastik, pelapis cahaya, kertas, elektronik, keramik, kosmetika, dan debu (Akbari et al., 2022).

Agar kompos dapat digunakan sebagai bahan yang memenuhi standar kualitas mutu yang harus benar-benar stabil (matang). Beberapa metode dan parameter yang diuji untuk menentukan derajat kestabilan kompos, antara lain: (1) *karbon/nitrogen (rasio C/N)*; (2) stabilitas terhadap pemanasan; (3) *reduksi* dalam bahan organik; dan (4) *parameter humifikasi*. Peneliti lain menunjukkan indikator kematangan kompos seperti disajikan pada (Tabel 8) antara lain penetapan rasio C/N, pH, KTK, sedangkan sifat-sifat yang perlu diketahui pada tingkat petani yaitu warna kompos serta aroma. Kompos yang sudah matang berwarna coklat gelap dan berbau tanah (*earthy*) (Yang, 1996).

Tabel 2. 5 Beberapa indikator kematangan kompos

Parameter	Indikator	Pustaka
Suhu	Stabil	Stickelberger, 1975
pH	Alkalis	Jaun <i>et al.</i> , 1959
COD	Stabil	Yang <i>et al.</i> , 1993
BOD	Stabil	Yang <i>et al.</i> , 1993
C/N rasio	< 20	Juste, 1980
Laju respirasi	< 10 mg g ⁻¹ kompos	Morel <i>et al.</i> , 1979
Warna	Coklat tua	Sugahara <i>et al.</i> , 1982
Bau	<i>Earthy</i>	Chanyasak <i>et al.</i> , 1982
KTK	> 60 me 100g ⁻¹ abu	Harada <i>et al.</i> , 1971

Sumber: Yang, 1996

Departemen Pertanian RI telah menerbitkan Permentan No. 02/Pert/III/2006 tentang kriteria minimal mutu pupuk organik yaitu dalam tabel 2.6 di bawah ini:

Tabel 2. 6 Persyaratan Teknis Minimal Pupuk Organik

No.	Parameter	Satuan	Kandungan	
			Padat	Cair
1	C-Organik	%	> 12	4,5
2	C/N ratio		12 - 25	-
3	Bahan ikutan (Kerikil, beling, plastik)	%	Maks 2	-
4	Kadar air	%		-
	- Granule		4 -12	
	- Curah		13 - 20	
5	Kadar logam berat			
	As	ppm	10	10
	Hg	ppm	1	1
	Pb	ppm	50	50
	Cd	ppm	10	10
6	pH		4 - 8	4 - 8
7	Kadar Total	%		
	- P ₂ O ₅		< 5	< 5
	- K ₂ O		< 5	< 5
8	Mikroba Patogen (E. Coli, Salmonella)	cell/ml	Dicantumkan	Dicantumkan
9	Kadar unsur mikro	%		
	Zn		Maks 0,500	Maks 0,250 0
	Cu		Maks 0,500	Maks 0,2500
	Mn		Maks 0,500	Maks 0,2500
	Co		Maks 0,002	Maks 0,0005
	B		Maks 0,250	Maks 0,1250
	Mo		Maks 0,001	Maks 0,0010
	Fe		Maks 0,400	Maks 0,0400

Sumber: Peraturan Pemerintah, Departemen Pertanian RI

Spesifikasi standar mutu pupuk organik tergantung pada masing-masing negara. Bahan organik yang mengalami proses penguraian menjadi pupuk organik yang stabil memiliki nisbah C/N antara 10/1-15/1. Keasaman pH harus masuk dalam kualitas pupuk organik berkisar pada pH netral 6,5-7,5, dalam kondisi normal tidak akan menimbulkan masalah, sejauh proses penguraian dapat mempertahankan pH pada kisaran netral (Bachtiar & Ahmad, 2019).

Standar kualitas pupuk organik berdasarkan SNI 19-030-2004 dapat Dilihat pada tabel di bawah ini (Badan Standardisasi Nasional, 2004):

Tabel 2. 7 Standar Kualitas Pupuk Organik

No	Parameter	Satuan	Minimum	Maksimum
1	Kadar Air	%	-	50
2	Temperatur	°C		suhu air tanah
3	Warna			kehitaman
4	Bau			berbau tanah
5	Ukuran partikel	mm	0,55	25
6	Kemampuan ikat air	%	58	-
7	pH		6,80	7,49
8	Bahan asing	%	*	1,5
	Unsur makro			
9	Bahan organik	%	27	58
10	Nitrogen	%	0,40	-
11	Karbon	%	9,80	32
12	Phosfor (P ₂ O ₅)	%	0.10	-
13	C/N-rasio		10	20
14	Kalium (K ₂ O)	%	0,20	*
	Unsur mikro			
15	Arsen	mg/kg	*	13
16	Kadmium (Cd)	mg/kg	*	3
17	Kobal (Co)	mg/kg	*	34
18	Kromium (Cr)	mg/kg	*	210
19	Tembaga (Cu)	mg/kg	*	100
20	Merkuri (Hg)	mg/kg	*	0,8
21	Nikel (Ni)	mg/kg	*	62
22	Timbal (Pb)	mg/kg	*	150
23	Selenium (Se)	mg/kg	*	2

No	Parameter	Satuan	Minimum	Maksimum
24	Seng (Zn)	mg/kg	*	500
	Unsur lain			
25	Kalsium	%	*	25.50
26	Magnesium (Mg)	%	*	0.60
27	Besi (Fe)	%	*	2.00
28	Aluminium (Al)	%	*	2.20
29	Mangan (Mn)	%	*	0.10
	Bakteri			
30	Fecal Coli	MPN/gr		1000
31	Salmonella sp.	MPN/4 gr		3

Sumber: SNI 19-7030-2004

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

