

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Limbah Kertas

Dalam Undang-Undang Republik Indonesia No. 18 Tahun 2008 tentang pengelolaan sampah, sampah adalah limbah sisa kegiatan sehari-hari manusia dan atau proses alam yang berbentuk padat. Salah satu jenis sampah yang berada dekat dengan masyarakat adalah jenis sampah kertas. Mulai dari anak sekolah, pekerja kantoran, aktivitas administrasi lainnya bahkan aktivitas rumah tangga masih menggunakan kertas.

Kertas merupakan media yang sangat diperlukan oleh manusia guna menunjang kegiatan sehari-hari. Penggunaan kertas tidak hanya untuk keperluan menulis namun digunakan juga untuk kemasan, tas kertas, lampu hias, bingkai foto, undangan, origami, materai, uang kertas dan lain-lain. Pemakaian kertas yang luas ini semakin meningkatkan jumlah kebutuhan kertas setiap harinya. Hal ini berdampak pada pemenuhan secara besar-besaran terhadap produksi kertas. Meningkatnya permintaan produksi kertas berdampak pada terjadinya eksploitasi hutan yang dapat mengakibatkan terganggunya kestabilan lingkungan (Herdayanti et al., 2023).

Limbah kertas adalah limbah yang dihasilkan dari penggunaan kertas dalam berbagai bentuk, seperti sisa kertas dari kegiatan sehari-hari, kemasan produk, dokumen yang tidak terpakai dan bahan cetakan

lainnya.limbah kertas ini termasuk dalam kategori limbah padat yang dapat trurai secara alami, namun jika tidak dikelola dengan baik dapat menimbulkan dampak negative bagi lingkungan. Pada data Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN) 2021 menunjukkan persentase limbah kertas sejumlah 11,9% pada tahun 2020 dan meningkat pada tahun 2021 sejumlah 12,12%. Hal ini menunjukkan limbah kertas belum dimanfaatkan secara optimal serta belum terkelola dan menjadi limbah yang merusak lingkungan (Fitria, 2024).

Beberapa penelitian terdahulu telah memanfaatkan limbah kertas sebagai bahan baku pembuatan kertas daur ulang, kerajinan tangan dan juga pupuk kompos. Selain itu, limbah kertas pada dasarnya memiliki potensi untuk dimanfaatkan sebagai sumber selulosa.limbah kertas, khususnya kertas hvs bekas memiliki kandungan selulosa yang cukup tinggi yaitu, sebesar 64,84% (Rahmatullah et al., 2020)

2.1.1 Dampak limbah Kertas

Limbah menimbulkan dampak yang sangat luas terutama berkaitan dengan pencemaran lingkungan tanah. Timbulan sampah ini dalam waktu jangka panjang akan menyebabkan permukaan tanah menjadi rusak dan mikroorganisme yang hidup di tanah akan mati sehingga mengurangi kesuburan tanah. selain pada tanah limbah kertas juga menimbulkan dampak karena limbah Kertas bekas biasanya hanya akan dibuang dan menggangu estetika lingkungan. Pembakaran kertas bekas akan

menimbulkan polusi udara, sedangkan pembuangan kertas bekas secara sembarangan akan menimbulkan bau busuk dan akan mencemari lingkungan. Kertas bekas ini mengandung materi organik berupa lignin, selulosa dan hemiselulosa karena bahan dasar pembuatan kertas berasal dari tanaman kayu maupun tanaman non kayu (Rahmawati et al., 2017)

Menurut Sariyyah (2019) peningkatan kebutuhan akan kertas mengakibatkan permintaan kayu bulat sebagai bahan utama pembuatan kertas meningkat sebesar 1 sampai 2 juta Ha/tahun. Akibat turunannya adalah meningkatnya laju deforestasi. Dampak yang ditimbulkan adalah efek gas CO₂ yang menjadi salah satu penyebab pemanasan global. Untuk itu, limbah kertas perlu ditangani secara serius.

2.2 Pentingnya Pengelolaan Limbah Kertas

Menghemat penggunaan kertas adalah cara terbaik, selain mengurangi jumlah sampah sekaligus menghemat jumlah pohon yang ditebang. Daur ulang limbah kertas dapat dilakukan dengan menghancurkan dan membuat limbah kertas tersebut menjadi bahan dasar untuk produk baru (M. Tadir & Trie Edi M. 2016).

Berikut penjelasan mengenai pentingnya pengelolaan limbah kertas:

2.2.1 Mengurangi Penebangan pohon

Setiap ton kertas yang didaur ulang dapat menyelamatkan sekitar 17 pohon dari penebangan. Dengan mengurangi kebutuhan akan kertas baru, daur ulang kertas membantu melestarikan hutan yang menjadi habitat bagi keanekaragaman hayati dan berperan sebagai paru-paru bumi.

2.2.2 Penghematan Energi dan Air

Proses produksi kertas baru dari serat kayu membutuhkan energi dan air dalam jumlah besar. Daur ulang kertas menghemat sumber daya ini secara signifikan, sehingga mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan.

2.2.3 Penghematan Sumber Daya Alam

Dengan mendaur ulang kertas, dapat menghemat sumber daya alam yang berharga, seperti kayu, air dan energi, sehingga memastikan ketersediannya untuk generasi mendatang.

Pada umumnya limbah kertas banyak dibuang begitu saja dan tidak dimanfaatkan. Penumpukan limbah kertas tentu saja memberikan dampak buruk bagi lingkungan, baik dari segi keindahan maupun kesehatan. Metode daur ulang kertas dapat digunakan sebagai solusi pemanfaatan kertas bekas agar dapat mengurangi dampak buruknya terhadap lingkungan. Limbah kertas pada saat sekarang ini sebagian

besar masih dipandang sebagai limbah lingkungan yang tidak berguna dan banyak menumpuk. Hal seperti ini berpotensi buruk bagi lingkungan sekitar seperti kebersihan yang tidak terjaga karena limbah kertas yang dibuang dengan asal. Pemanasan global dapat terus meningkat diakibatkan oleh limbah kertas yang dibakar.

2.3 Inovasi Dalam Pengelolaan Limbah Kertas

Salah satu cara untuk mengelola limbah kertas bisa dilakukan dengan cara berinovasi dengan membuat kompos dari limbah kertas sebagai bahan dasar yang mencakup pemanfaatan serat kertas yang tidak hanya mengurangi limbah tetapi juga meningkatkan fungsi dan nilai ekonomis. Penelitian menunjukkan bahwa pengelolaan limbah kertas dapat menghasilkan produk yang bermanfaat dan berkelanjutan (Sari & Rahmawati, 2021)

Limbah kertas memiliki keunggulan daya serap air yang tinggi, sehingga tanaman tidak mudah mengalami kekeringan. Kekurangannya limbah kertas miskin unsur hara. limbah kertas dapat dicampurkan dengan bahan organik lain seperti sisa tanaman atau kotoran hewan yang dapat dijadikan pupuk organik (Irfan et al., 2020).

Inovasi dalam pengelolaan limbah menjadi kompos tidak lepas dari penggunaan mikroorganisme sebagai dekomposer dalam proses komposting seperti penambahan *trichoderma harzianum* yang dapat meningkatkan proses biodekomposisi. Penelitian menunjukkan bahwa

jamur ini berfungsi sebagai agen biodekomposer yang efektif, mempercepat penguraian limbah organik dan meningkatkan kualitas kompos yang dihasilkan.

2.4 Komposting

Pengomposan (composting) adalah suatu cara pengolahan sampah organik dengan memanfaatkan aktifitas mikroorganisme pada proses dekomposisi (penguraian) dalam mengubah sampah menjadi pupuk kompos(Anggriyani et al., n.d.). Kompos merupakan pupuk organik yang ramah lingkungan yang bersifat *slow release* sehingga tidak berbahaya bagi tanaman walaupun digunakan dalam jumlah cukup banyak. Kompos adalah salah satu pupuk organik yang sangat bermanfaat bagi peningkatan produksi pertanian baik kualitas dan kuantitas, mengurangi pencemaran lingkungan dan meningkatkan kualitas lahan secara berkelanjutan (Amiruddin et al., 2018). Penggunaan kompos dalam jangka panjang dapat meningkatkan produktivitas lahan dan dapat mencegah degradasi lahan serta lingkungan. Untuk membuat kompos diperlukan bahan baku berupa material organik, organisme pengurai, dan kelembaban yang sesuai (Amiruddin & Adam, 2018; Hati, 2018; Sahwan et al., 2016).

Faktor-faktor seperti, kelembaban, suhu, dan aerasi sangat mempengaruhi proses komposting. Komposting limbah kertas menawarkan berbagai manfaat, seperti mengurangi volume sampah,

menghasilkan pupuk organik yang meningkatkan kesuburan tanah, dan mendorong sistem lingkungan yang lebih berkelanjutan. Dalam pembuatan kompos, proses penguraian dapat terjadi secara alami tetapi membutuhkan waktu yang cukup lama berkisar 5-8 minggu. Apabila, diinginkan waktu yang lebih cepat yaitu 4 minggu waktu pengomposan dapat dilakukan penambahan bioaktivator sebagai pengurai bahan organik (Setiawan et al., 2024). Untuk mencapai hasil optimal, penting untuk menggunakan teknik komposting yang tepat, memperhatikan jenis kertas yang bisa dikompos, dan menyesuaikannya dengan kondisi lingkungan (Azmi dkk 2023).

2.4.1. faktor-faktor yang mempengaruhi pengomposan

Proses pengomposan menggunakan mikroorganisme untuk menguraikan bahan organik sehingga membutuhkan kondisi lingkungan yang sesuai. Untuk menciptakan kondisi optimum dalam proses pengomposan maka faktor-faktor yang mempengaruhi pengomposan harus diperhatikan. Faktor yang mempengaruhi pengomposan yaitu :

a. C/N Rasio

C/N Rasio yang efektif dalam proses pengomposan berkisar antara 30 – 40 dan bahan dasar pengomposan dengan nisbah C/N 20 - 35, baik untuk proses pengomposan (Maura, 2022). Pada C/N rasio diantara 30 sampai dengan 40 mikroba mendapatkan cukup karbon untuk sumber energi dan nitrogen untuk sintesis protein. Apabila C/N rasio terlalu tinggi

mikroba akan kekurangan N untuk sintesis protein sehingga dekomposisi berjalan lambat. Semakin lama proses pengomposan maka C/N rasio yang dihasilkan akan semakin kecil. Jika C/N rasio rendah meskipun pada awalnya terjadi dekomposisi yang sangat cepat, tetapi kecepatannya akan menurun. Hal ini dikarenakan kadar C semakin berkurang oleh aktivitas mikroorganisme sedangkan kadungan N akan hilang melalui penguapan (Hadi, 2019).

b. Temperatur

Semakin tinggi temperatur akan semakin banyak mengonsumsi oksigen dan akan semakin cepat proses dekomposisi. Temperatur optimum untuk proses pengomposan berada pada kisaran 30 - 60 °C (Hadi, 2019)

c. Derajat Keasaman (pH)

Nilai pH optimum selama proses pengomposan berkisar 6,5 sampai 7,5 (Hadi, 2019). Proses pengomposan akan menyebabkan perubahan pada bahan organik dan pada kadar pH. Pelepasan asam secara temporer akan menyebabkan penurunan pH sedangkan produksi ammonia dari senyawa senyawa yang mengandung nitrogen akan meningkatkan pH pada fase-fase awal pengomposan. Kompos yang matang memiliki pH yang mendekati netral.

d. Ukuran Partikel

Permukaan area yang luas dapat meningkatkan kontak antar mikroba dengan bahan dan proses dekomposisi akan berjalan lebih cepat.

Sehingga semakin kecil ukuran partikel akan semakin cepat proses dekomposisi bahan organik (Hadi, 2019)

2.4.2. Dekomposisi

a. Aerasi

Aerasi secara alami terjadi pada saat peningkatan temperatur yang menyebabkan udara hangat keluar dan udara yang lebih dingin masuk ke dalam proses pengomposan. Aerasi ditentukan oleh porositas dan kelembapan. Apabila aerasi terhambat maka akan menghasilkan bau yang tidak sedap. Aerasi dapat ditingkatkan dengan melakukan pembalikan atau mengalirkan udara di dalam tumpukan kompos (Hadi, 2019)

b. Kelembapan

Kisaran optimum kelembapan untuk metabolisme mikroba sebesar 40 – 60%. Apabila kelembapan dibawah 40%, aktivitas mikroba akan mengalami penurunan. Apabila kelembapan lebih dari 60% maka unsur hara akan tercuci, volume udara berkurang dan aktivitas mikroba akan menurun (Hadi, 2019).

c. Pemantauan

Monitor suhu, bau, dan kelembaban tumpukan kompos secara berkala. Suhu tumpukan kompos akan meningkat selama proses dekomposisi (idealnya antara 50-65°C) dan akan mulai menurun saat bahan terurai menjadi kompos. Jika bau busuk muncul, mungkin ada kelebihan kelembaban atau kurangnya aerasi (Nugroho, 2020).

d. Pematangan

Setelah 2-3 bulan, proses dekomposisi akan berlangsung, dan kompos mulai matang. Proses ini dapat memakan waktu lebih lama tergantung pada jenis bahan dan kondisi lingkungan. Kompos yang matang biasanya berwarna gelap, berbau tanah, dan memiliki tekstur yang halus (Widiastuti, 2019).

2.5 *Trichoderma harzianum*

Sriwati, (2017: 6) jamur *Trichoderma* secara umum digunakan sebagai agen biokontrol terhadap jamur patogen. Jamur *Trichoderma* dapat mendegradasi enzim lignoselulosa (lignin, hemiselulosa, selulosa) yang terdapat pada bahan organik .Mikroba dekomposer memecah enzim selulase dari limbah kertas menjadi bahan kimia sederhana berupa glukosa, CO₂ dan hidrogen. *Trichoderma* dapat berkembang biak dengan cepat karena memiliki aktivitas selulolitik yang kuat salah satunya *Trichoderma harzianum*.

Penggunaan *Trichoderma harzianum* merupakan alternatif dalam meningkatkan mikroorganisme yang akan mempercepat proses pengomposan, menjaga kesuburan tanah serta mikroba akan tetap hidup dan aktif di dalam kompos. Ketika kompos diberikan ke tanah, mikroba akan berperan mengendalikan organisme pathogen penyebab penyakit tanaman.

Menurut Suryani, dkk., (2020: 68) sistematika taksonomi jamur *Trichoderma harzianum* dapat diklasifikasikan sebagai berikut: Kingdom : Fungi Divisio : Deuteromycota Kelas : Deuteromycetes Ordo : Moniliales Famili : Moniliceae Genus : Trichoderma Species : *Trichoderma harzianum*

Oleh karena itu, tujuan dari efektivitas *Trichoderma harzianum* dalam meningkatkan kualitas kompos berbasis limbah kertas adalah untuk mempercepat proses dekomposisi dan meningkatkan kualitas nutrisi pada kompos. Dengan penambahan *Trichoderma harzianum*, diharapkan dapat meningkatkan aktivitas mikroorganisme dalam proses dekomposisi sehingga menghasilkan kompos yang lebih baik. Selain itu, *Trichoderma harzianum* juga dapat berfungsi sebagai agen antagonis terhadap beberapa jenis patogen tanaman, sehingga Pemanfaatan jamur *Trichoderma harzianum* dapat meningkatkan kandungan unsur hara dan baik untuk kesuburan tanah (Nailul Ilmi Nabila, 2022).

2.5.1. Mekanisme Kerja *Trichoderma harzianum* pada kompos

Beberapa mekanisme kerja *Trichoderma harzianum* pada kompos sampah kertas :

- a. Produksi Enzim: Jamur ini memproduksi enzim seperti selulase dan ligninase yang berfungsi untuk menguraikan komponen selulosa dan lignin dalam kertas, sehingga mempercepat proses dekomposisi
- b. Peningkatan Kualitas Kompos: Dengan menguraikan bahan organik, *Trichoderma harzianum* meningkatkan kualitas kompos yang dihasilkan, menjadikannya lebih kaya nutrisi dan lebih baik untuk digunakan sebagai pupuk.
- c. Pengendalian Patogen: *Trichoderma harzianum* juga berperan dalam mengendalikan patogen yang mungkin ada dalam limbah kertas melalui mekanisme kompetisi, antibiosis, dan parasitisme, sehingga mengurangi risiko penyakit pada tanaman.
- d. Fermentasi : mikroorganisme dalam *trichoderma harzianum* dapat mempercepat proses fermentasi, serta membantu dalam penguraian bahan organik lainnya.

2.6 Kualitas Kompos

Kualitas kompos sangat penting untuk memastikan bahwa produk akhir dapat digunakan sebagai pupuk organik yang efektif. Menurut penelitian oleh Kualitas kompos merujuk pada karakteristik fisik, kimia,

dan biologis dari kompos yang dihasilkan melalui proses dekomposisi bahan organik. Kompos berkualitas tinggi dapat meningkatkan kesuburan tanah, menyediakan nutrisi bagi tanaman, dan memperbaiki struktur tanah. Kualitas kompos sangat bergantung pada bahan baku yang digunakan, proses komposting, dan waktu pematangan.

2.6.1 Karakteristik Kualitas Kompos

a. Karakteristik Fisik

1. Tekstur: Kompos yang baik memiliki tekstur remah dan mudah hancur, menunjukkan proses dekomposisi yang optimal.
2. Kelembaban: Kelembaban ideal berkisar antara 50-60%, mendukung aktivitas mikroorganisme.jika terlalu tinggi akan menyebabkan bau busuk dan jika terlalu rendah akan memperlambat proses dekomposisi
(Lidia Br Tarigan, Olga Mariana Dukabain, 2023)
3. Suhu : suhu ideal pembuatan kompos adalah 50-60°C. Pada saat pengomposan suhu akan meningkat hingga mencapai 65-70 °C sebagai akibat aktivitas mikroba pengurai bahan organik(Lidia Br Tarigan, Olga Mariana Dukabain, 2023)
4. Warna: Kompos matang biasanya berwarna coklat gelap atau hitam.

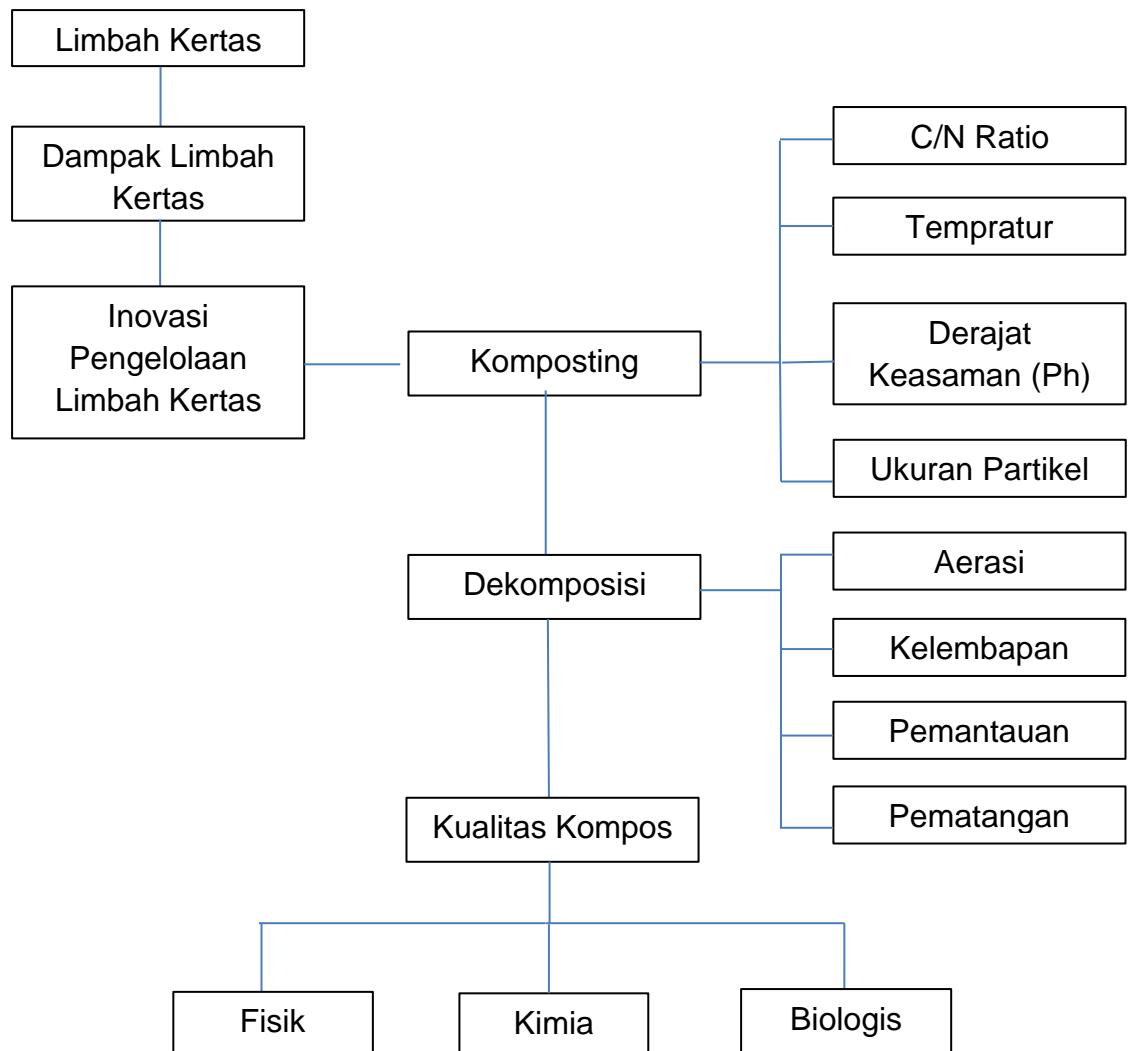
b. Karakteristik Kimia

1. pH: pH kompos yang baik berkisar antara 6,0 hingga 8,0, penting untuk ketersediaan nutrisi.
2. Kandungan Nutrisi: Kaya akan unsur hara seperti nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K), dengan rasio C/N ideal 20:1 hingga 30:1.
3. Kandungan Bahan Organik: Tinggi, meningkatkan kesuburan tanah.

c. Karakteristik Biologis

1. Aktivitas Mikroba: Populasi mikroorganisme yang seimbang dan bermanfaat.
2. Kehadiran Patogen: Bebas dari patogen dan biji gulma.
3. Indeks Biologis: Mengukur rasio mikroorganisme menguntungkan dan pathogen.

2.7 Kerangka Teori



Gambar 2.1 Kerangka Teori

Sumber : (Hadi, 2019)