

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang dan Masalah

Usaha peternakan ayam broiler berkembang pesat seiring dengan meningkatnya permintaan daging ayam. Peternakan ini menghasilkan protein hewani berupa daging, yang menjadi sumber utama konsumsi protein hewani bagi masyarakat. Namun, usaha peternakan ayam juga memiliki dampak negatif, terutama dalam bentuk limbah yang dihasilkannya. Limbah tersebut meliputi limbah organik, air, dan bulu ayam. Limbah organik yang dihasilkan berupa kotoran ayam yang mengandung feses ayam dan sisa makanan yang tidak tercerna (Fradinata *et al.*, 2021).

Menurut Faizun (2023), limbah organik berasal dari air limbah dan kotoran ayam yang menghasilkan bau tidak sedap. Limbah utama dari produksi unggas adalah air limbah, kotoran ayam, dan bau yang menyengat. Bau busuk ini disebabkan oleh komponen nitrogen dan sulfida dalam kotoran ayam yang selama proses penguraian berubah menjadi gas amonia, gas nitrit, dan gas hidrogen sulfida. Limbah pemeliharaan broiler yang tidak dikelola dengan baik dapat mencemari sumber air dan tanah dengan nutrien berlebih, yang dapat menyebabkan eutrofikasi dan gangguan ekosistem alami. Selain itu, limbah ini juga dapat menjadi tempat berkembang biak bagi patogen penyakit dan menimbulkan risiko penyebaran penyakit.

Oleh sebab itu untuk meminimalkan dampak negatif limbah organik pemeliharaan broiler terhadap lingkungan sambil tetap memenuhi permintaan pangan yang berkembang. Pengelolaan yang tidak tepat dari limbah organik dalam pemeliharaan broiler dapat menimbulkan dampak negatif yang besar bagi lingkungan dan kesehatan manusia. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan metode pengolahan limbah yang efektif dan ramah lingkungan, seperti kompos (Suwastika dan Sri, 2005).

Kompos merupakan hasil dari proses dekomposisi bahan organik yang berasal dari organisme hidup seperti tumbuhan, hewan, dan mikroorganisme. Proses ini sangat penting dalam siklus alam karena mengubah materi organik yang mati menjadi komponen organik yang lebih sederhana serta nutrisi yang

dapat diserap oleh tanaman. Kompos berperan penting dalam memperbaiki struktur tanah serta menyediakan nutrisi yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman. Oleh karena itu, pengembangan teknik yang dapat meningkatkan kualitas kompos menjadi suatu aspek yang sangat penting dalam pertanian berkelanjutan dan manajemen lingkungan (Suwatanti dan Widiyaningrum, 2017).

Menurut Irianto (2013) pengembangan teknik yang dilakukan dalam pembuatan kompos adalah penggunaan aktivator. Pembuatan kompos dengan menggunakan aktivator dan tanpa penggunaan aktivator memiliki perbedaan dalam proses dan dekomposisi kompos. Aktivator kompos dirancang untuk mempercepat dan memperbaiki dekomposisi bahan organik dalam tumpukan kompos. Tanpa aktivator kompos mungkin terbentuk namun memerlukan waktu yang lebih lama karena mikroorganisme yang memecah bahan organik mungkin kurang aktif. Dengan mempercepat dekomposisi, aktivator dapat menghasilkan kompos yang lebih kaya akan nutrisi dan lebih stabil secara biologis.

Aktivator yang umum digunakan adalah *Effective Microorganism 4* (EM4). Yuwono (2006) menyatakan bahwa EM4 adalah mikroorganisme yang mampu mempercepat proses pengomposan serta meningkatkan kesehatan dan kualitas tanah. Mikroba ini berdampak positif pada kualitas kompos yang dihasilkan, sementara kandungan unsur hara dalam kompos sangat dipengaruhi oleh durasi waktu yang dibutuhkan bakteri untuk menguraikan feses. Penggunaan EM4 dapat dikombinasikan dengan mikroorganisme lain salah satunya adalah *Saccharomyces cerevisiae* (Priyati dan Wulandari, 2023).

Menurut Marlita (2009) *Saccharomyces cerevisiae* adalah ragi yang mempercepat dalam proses fermentasi kompos. Ketika ragi ditambahkan ke dalam kompos, ragi mengonsumsi gula dan sejumlah bahan organik lainnya, menghasilkan panas dan mengakselerasi proses dekomposisi. Proses fermentasi yang dilakukan oleh *Saccharomyces cerevisiae* menghasilkan panas yang dapat membunuh patogen dan gulma yang ada. Kedua mikroorganisme ini bekerja dengan cara yang berbeda tapi saling melengkapi. EM4 membantu memecah bahan organik menjadi senyawa yang lebih sederhana, sementara *Saccharomyces cerevisiae* membantu dalam mengurangi kadar air dalam kompos. Mempercepat

proses dekomposisi kompos menggunakan kedua bakteri tersebut perlu dilakukan inkubasi agar dapat mengidentifikasi kompos yang stabil dan kaya akan nutrisi.

Durasi inkubasi berpengaruh terhadap kematangan kompos. Jika waktu inkubasi tidak mencukupi, kualitas kompos yang dihasilkan akan kurang optimal. Lama inkubasi ini dipengaruhi oleh jenis bahan dasar kompos dan organisme yang berperan dalam proses pengomposan (Suburian, 2008). Inkubasi adalah proses yang melibatkan pertumbuhan atau perkembangan mikroorganisme atau bahan biologis lainnya dalam kondisi tertentu, seperti suhu, kadar air, dan pH yang terkontrol. Dalam konteks kompos, inkubasi mengacu pada proses dekomposisi bahan organik oleh mikroorganisme, seperti bakteri dan jamur, untuk menghasilkan kompos yang lebih matang dan kaya nutrisi. Menurut Yuniwati dan Iskarima (2012) pengaruh lama inkubasi terhadap perubahan pH, suhu, dan kadar air kompos dapat berbeda-beda tergantung pada berbagai faktor, termasuk jenis bahan baku yang digunakan, mikroorganisme yang berperan dalam proses dekomposisi, serta kondisi lingkungan di mana inkubasi dilakukan. Dalam konteks ini, pengaruh lama inkubasi terhadap kualitas pH, suhu, dan kadar air kompos menjadi perhatian utama, karena faktor-faktor ini secara signifikan dapat memengaruhi efisiensi dan hasil akhir proses dekomposisi.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian adalah menganalisis lama inkubasi dengan penambahan aktivator EM4 dan *Saccharomyces cerevisiae* terhadap kualitas pH, suhu, serta kadar air dalam kompos limbah organik broiler.

1.3 Kerangka Pemikiran

Penguraian bahan organik secara biologis, terutama oleh bakteri yang memanfaatkannya sebagai sumber energi, disebut pengomposan. Proses alami ini dapat dipercepat melalui pengaturan dan pengelolaan yang tepat. Proses tersebut melibatkan pencampuran bahan secara seimbang, pemberian air yang cukup, pengendalian aerasi, serta penambahan aktivator pengomposan (Dahlianah, 2015). Meningkatkan kesuburan dan produktivitas tanah, kompos sangat menguntungkan namun demikian, kompos yang dihasilkan haruslah berkualitas tinggi. Ketidakmampuan untuk mengubah sampah organik langsung menjadi kompos

menjadi masalah. Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa rantai yang membentuk sampah biologis tidak langsung hancur menjadi bagian-bagian yang lebih kecil. Selain itu, prasyarat untuk mengubah sampah organik menjadi kompos juga sama pentingnya (Roidah, 2013). Kotoran ayam dapat mengalami dekomposisi yang lebih cepat dengan bantuan mikroba (Yandi *et al.*, 2016).

Pembuatan kompos dapat ditambahkan dengan aktivator agar mempercepat proses dekomposisi bahan organik. Aktivator kompos adalah bahan tambahan yang mempercepat proses pelapukan bahan organik. Tanpa aktivator kompos akan terbentuk namun memerlukan waktu yang lebih lama. Aktivator bisa memberikan tambahan nutrisi kepada mikroorganisme pengurai yang dapat mempercepat proses dekomposisi (Ansori, 2015).

Bakteri seperti EM4 sangat lazim digunakan dalam pembuatan kompos. EM4 merupakan campuran mikroorganisme yang mengandung berbagai jenis bakteri, ragi dan jamur yang sangat bermanfaat ketika diterapkan kepada bahan organik. Ketika diterapkan kepada bahan organik yang terurai, EM4 membantu dalam menguraikan bakteri tersebut lebih cepat. EM4 juga mengurangi bau tidak sedap yang sering kali terjadi dalam proses pengomposan. Mikroorganisme EM4 bersaing dengan mikroorganisme yang menghasilkan bau busuk. Efektivitas penggunaan EM4 dapat bervariasi tergantung pada kondisi lingkungan. Penggunaan EM4 dalam satu kali pemakaian harus disesuaikan dengan dosis yang telah ditetapkan, satu liter EM4 cukup untuk pembuatan satu ton kompos. Penggunaan EM4 dapat dikombinasikan dengan bakteri lain dimana kombinasi mikroorganisme dapat memberikan manfaat berguna dalam berbagai situasi. EM4 memiliki sifat yang berbeda dari bakteri lain sehingga kombinasi bakteri tersebut dapat menghasilkan efek yang lebih luas dan beragam. Salah satu bakteri yang dapat dikombinasikan dengan *Effective Microorganism 4* (EM4) adalah *Saccharomyces cerevisiae* (Harwiyanti, 2016).

Syahrudin dan Mulyani (2021) menyatakan bahwa *Saccharomyces cerevisiae* menghasilkan enzim yang mampu menguraikan senyawa kompleks menjadi bentuk yang lebih sederhana. *Saccharomyces cerevisiae* juga menghasilkan nutrisi dalam bentuk metabolit yang berguna bagi mikroorganisme lain dalam kompos. Hal ini dapat memperkaya kompos dengan nutrisi yang

berguna bagi tanaman. Namun, penggunaan *Saccharomyces cerevisiae* harus dikendalikan agar tidak mengganggu keseimbangan mikroorganisme alami dalam kompos. Menurut Hidayati *et al.* (2011) dosis yang seimbang dalam penggunaan *Saccharomyces cerevisiae* yaitu berkisar 0,2% dan 0,5% tergantung berapa banyak jumlah kompos yang akan dibuat. Dosis yang digunakan dalam penelitian mungkin bervariasi tergantung pada kondisi penyimpanan dan tujuan yang ingin dicapai. Proses fermentasi pengomposan dengan aktivator *Saccharomyces cerevisiae* perlu dilakukan proses inkubasi. Semakin lama proses inkubasi, semakin banyak waktu yang tersedia bagi ragi untuk mengubah bahan organik menjadi senyawa yang lebih sederhana.

Tingkat kematangan kompos ditentukan oleh masa inkubasi. Jika masa inkubasi terlalu singkat, kompos yang dihasilkan akan memiliki kualitas rendah saat digunakan sebagai pupuk. (Suwastika dan Sri, 2005). Tujuan dari inkubasi adalah untuk memfasilitasi respon yang tepat antara bahan organik dan tanah, maka perlakuan inkubasi sangat penting untuk memastikan bahwa tanaman memiliki akses terhadap nutrisi di kemudian hari (Siregar *et al.*, 2017). Siregar *et al.* (2017) juga menjelaskan bahwa tujuan inkubasi adalah memberi waktu kepada mikroorganisme untuk tumbuh dan melakukan metabolisme, sehingga dapat memecah bahan organik menjadi senyawa anorganik yang akhirnya dapat diserap oleh tanaman. Dalam praktik lapangan, inkubasi berlangsung selama tiga minggu, selama waktu tersebut kompos akan mengalami penguraian dan menghasilkan asam-asam organik.

Kualitas kompos yang dihasilkan selama fase inkubasi dipengaruhi oleh suhu, kadar air, dan pH. Suhu dan Ramadhan (2020) menyatakan bahwa tergantung dari jumlah bahan yang digunakan, mikroorganisme dapat berfungsi dengan baik pada suhu antara $\pm 40^{\circ}\text{C}$ selama beberapa minggu. Mikroba akan berhenti berfungsi jika suhu turun terlalu banyak, dan akan mati jika suhu naik terlalu tinggi. Selama proses pengomposan, kadar air yang diinginkan adalah $\pm 50\%$. Mikroorganisme yang mengandung terlalu banyak air tidak akan dapat tumbuh atau bahkan mati. Kompos yang baik memiliki pH 6,5 hingga 7,5 (netral), yang penting karena mempengaruhi aktivitas mikroorganisme selama proses penguraian.

1.4 Hipotesis

Hipotesis penelitian yaitu lama inkubasi 10 hari dengan menggunakan aktivator EM4 dan *Sacchormyces cerevisiae* akan memberikan hasil kompos yang terbaik terhadap kualitas pH, suhu, dan kadar air kompos.

1.5 Kontribusi

Manfaat penelitian yaitu:

1. Penelitian ini dapat membantu mengetahui lama inkubasi dengan menggunakan aktivator EM4 dan *Saccharomyces cerevisiae* yang optimal untuk menghasilkan kualitas kompos terbaik dilihat dari pH, suhu, dan kadar air sesuai dengan pertumbuhan tanaman dan sirkulasi nutrisi.
2. Pemahaman yang lebih baik tentang bagaimana lama inkubasi mempengaruhi parameter kualitas, penelitian ini dapat membantu mengembangkan metode atau strategi pengomposan yang lebih efisien.
3. Penelitian ini dapat memberikan wawasan lebih dalam tentang aktivitas aktivator EM4 dan *Saccharomyces cerevisiae* selama proses pengomposan. Pemahaman tentang perubahan komunitas mikroba dan peran mereka dalam mengatur parameter-parameter penting seperti pH, suhu, dan kadar air dapat membantu mengarahkan upaya dalam mengoptimalkan lingkungan pengomposan.
4. Penelitian ini dapat memberikan wawasan kepada peternak untuk menghasilkan pupuk organik yang ramah lingkungan sehingga mengurangi polusi lingkungan dan meningkatkan keseimbangan ekosistem serta meningkatkan pendapatan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Potensi Limbah Peternakan Broiler

Kotoran ayam merupakan salah satu limbah dari ayam pedaging dan petelur yang sangat potensial sebagai pupuk organik. Karakteristik fisiologis ayam, jenis makanan yang dikonsumsi, serta kondisi kandang seperti kelembaban dan suhu, semuanya mempengaruhi komposisi kotoran. Kotoran ayam, yang mengandung sedikit air dan memiliki konsentrasi bahan organik serta nutrisi yang tinggi, mempengaruhi karakteristik kimia, fisik, dan pertumbuhan tanaman (Ritonga *et al.*, 2022). Setiap ekor ayam menghasilkan sekitar 6,6% dari berat badannya, atau 0,15 kg, kotoran (feses) per hari, menurut Margolang *et al.* (2015).

Peningkatan daya ikat pada tanah berpasir (struktur tanah yang lebih baik) dan perbaikan struktur tanah lempung (meringankan tanah yang awalnya berat) merupakan dua manfaat penting dari penggunaan bahan organik seperti pupuk kandang ayam untuk meningkatkan kualitas dan sifat tanah. Selain itu, pupuk kandang dapat meningkatkan kemampuan tanah untuk menahan air, sehingga tanah dapat menyediakan lebih banyak air untuk tanaman, serta memperbaiki sistem sirkulasi udara tanah. Hal ini meningkatkan kelembaban tanah dan menjaga suhu tanah tetap stabil. Pupuk kandang juga memberikan pengaruh positif yang menyeimbangkan efek negatif dari pupuk buatan, serta meningkatkan daya ikat tanah, sehingga tanah menjadi lebih tahan terhadap erosi akibat air pengaliran (Dewi, 2022). Kandungan unsur hara pada ayam dapat dilihat pada Tabel 2 berikut ini.

Tabel 1. Kandungan Unsur Hara Feses Ayam

Parameter	Satuan	Minimum
Nitrogen (N)	%	1
Phospor (P ₂ O ₅)	%	0,8
Kalium (K)	%	0,40
Air	%	55

Sumber: Pinus Lingga (1992)

2.2 Proses Pengomposan

Kompos merupakan produk akhir dari bahan organik seperti daun, kotoran hewan, dan bahan organik lainnya yang telah mengalami proses penguraian, pelapukan, dan pembusukan. Ada banyak bahan kompos di sekitar kita. Bahan-bahan kompos termasuk akar tanaman, batang, dan daun-dasarnya semua yang bisa dihancurkan (Sari dan Darmadi, 2016). Kompos juga dapat didefinisikan sebagai pupuk organik yang terbuat dari penguraian makhluk hidup seperti tanaman dan kotoran hewan (Haeqal, 2017).

Menurut Shofiah (2016) pupuk organik, baik dalam bentuk segar maupun kompos, sangat penting untuk memperbaiki sifat kimia, fisik, dan biologis tanah serta menyediakan nutrisi bagi tanaman. Penambahan kompos atau pupuk organik ke dalam tanah memberikan manfaat seperti peningkatan kesuburan, perbaikan struktur tanah yang menjadi lebih gembur, dan peningkatan karakteristik kimia tanah yang memudahkan tanaman dalam menyerap unsur hara. Meningkatkan sistem sirkulasi air dan udara tanah untuk mempertahankan suhu tanah yang lebih konsisten. Meningkatkan kemampuan tanah untuk mengikat unsur hara, membuatnya lebih mudah terurai oleh air dan memperpanjang umur mikroba penghuni tanah. Chozin *et al.* (2020) menyatakan bahwa untuk mendapatkan kompos berkualitas tinggi, kita harus memperhatikan proses pengomposan dan kematangan kompos. Kompos yang matang memiliki insiden keracunan tanaman yang lebih sedikit dan mengandung lebih banyak nutrisi daripada kompos yang belum matang.

Proses pengomposan biasanya terjadi dalam lingkungan yang lembab dan aerasi yang cukup. Mikroorganisme yang berperan dalam pengomposan mengonsumsi dan mengurai bahan organik menjadi senyawa yang lebih sederhana, seperti karbon dioksida, air, dan nutrisi. Hasil akhir dari proses ini adalah bahan humus, yang merupakan sumber nutrisi yang sangat berguna bagi tanah dan tanaman. Pengomposan umumnya merupakan bagian penting dari praktik pertanian berkelanjutan dan pengelolaan limbah organik. Pengomposan dapat membantu mengurangi pencemaran lingkungan dan mengurangi kebutuhan akan tempat pembuangan sampah (Saraswati dan Praptana, 2021).

Proses pengomposan terdiri dari dua tahap utama yaitu tahap aktif dan tahap pematangan. Pada fase awal, mikroorganisme mesofilik akan segera memanfaatkan oksigen dan bahan-bahan yang mudah terurai. Suhu tumpukan kompos akan meningkat dengan cepat. Selain itu, hal ini akan menyebabkan pH kompos meningkat. Suhu air raksa akan meningkat hingga antara 50 dan 70°C. Akan ada periode waktu ketika suhu tetap tinggi. Selama periode tertentu, suhu akan tetap tinggi, dan mikroorganisme termofilik bakteri yang aktif pada suhu tinggi akan dominan dalam kondisi ini (Fiona, 2012). Fiona (2012) juga mencatat bahwa pengomposan dapat berlangsung secara anaerobik yaitu tanpa oksigen, atau aerobik, dengan menggunakan oksigen. Penguraian bahan organik oleh bakteri dalam proses aerobik memanfaatkan oksigen, sementara proses anaerobik juga memungkinkan terjadinya dekomposisi tanpa oksigen. Proses anaerobik, atau proses yang terurai tanpa menggunakan oksigen, juga dimungkinkan. Tabel 1 di bawah ini menunjukkan standar kualitas kompos yang ditetapkan oleh SNI.

Tabel 2. Standar Kualitas Kompos SNI

Parameter	Satuan	Minimum	Maksimum
Kadar air	%	-	
Temperatur	°C		Suhu air tanah
Warna			kehitaman
Bau			Berbau tanah
pH		6,80	7,49
Kelembaban	%	40	60
Nitrogen	%	0,40	-
Karbon	%	9,80	32
Phosphor	%	0,1	-
C/N Rasio		10	20
Kalium	%	0,20	

Sumber : Standar Nasional Indonesia (SNI) Pupuk Kompos (2004)

Selain itu, ada pula faktor- faktor yang dapat memengaruhi proses pengomposan, yaitu:

1. Bahan Baku (*Feedstock*)

Jenis dan proporsi bahan organik yang digunakan dalam komposisi sangat memengaruhi pengomposan. Bahan yang kaya akan karbon (C) dan nitrogen (N) diperlukan untuk menjaga keseimbangan C/N yang optimal. Bahan seperti daun,

jerami, sisa makanan, dan sisa tanaman adalah contoh bahan baku yang umum digunakan.

2. Ukuran Partikel

Ukuran bahan baku dapat mempengaruhi laju pengomposan. Bahan yang lebih kecil cenderung terurai lebih cepat karena area permukaan yang lebih besar yang dapat dijangkau oleh mikroorganisme pengurai.

3. Keseimbangan C/N

Keseimbangan antara rasio karbon (C) dan nitrogen (N) dalam bahan baku adalah faktor kunci. Kandungan karbon yang tinggi membutuhkan nitrogen yang cukup untuk mendukung pertumbuhan mikroorganisme pengurai. Rasio C/N yang ideal berkisar antara 25:1 hingga 30:1.

4. Kelembaban

Kelembaban yang tepat penting untuk menjaga aktivitas mikroorganisme. Kompos harus cukup lembab, tetapi tidak terlalu basah sehingga menghambat sirkulasi udara. Kelembaban sekitar 50-60% biasanya dianggap ideal.

5. Aerasi (Sirkulasi Udara)

Mikroorganisme pengurai membutuhkan oksigen untuk melakukan dekomposisi aerobik dengan efisien. Sirkulasi udara yang baik mencegah pembentukan zona anaerobik yang dapat menghasilkan bau tidak sedap.

6. Suhu

Suhu ideal untuk pengomposan umumnya berkisar antara 50-65°C. Namun, suhu yang terlalu tinggi dapat membunuh mikroorganisme sensitif, sementara suhu yang terlalu rendah dapat memperlambat laju dekomposisi.

7. Pemutaran (Turning)

Memutar atau mengaduk tumpukan kompos secara berkala membantu memastikan distribusi nutrisi, oksigen, dan mikroorganisme yang merata, serta mencegah pembentukan zona anaerobik.

8. Nilai pH

Nilai pH lingkungan juga memengaruhi aktivitas mikroorganisme. Rentang pH netral hingga sedikit asam (6-8) umumnya mendukung aktivitas mikroba pengurai.

9. Aktivitas Mikroorganismen

Kehadiran dan jenis mikroorganismen dalam tumpukan kompos akan mempengaruhi kecepatan dan efisiensi pengomposan. Menggunakan *starter* kompos atau memperkenalkan mikroorganismen pengurai dari sumber lain dapat membantu memulai proses.

10. Kondisi Lingkungan

Faktor lingkungan seperti cuaca, iklim, dan musim juga dapat mempengaruhi pengomposan.

2.3 Pengaruh Lama Inkubasi Terhadap pH, Suhu, Kadar air Kompos

Masa inkubasi dalam konteks kompos mengacu pada periode waktu yang diperlukan untuk bahan-bahan organik dalam tumpukan kompos untuk menguraikan dan terdekomposisi menjadi bahan yang lebih stabil dan matang. Masa inkubasi kompos berkaitan dengan proses biologis di mana mikroorganismen seperti bakteri, jamur, dan mikroba lainnya bekerja untuk mengurai bahan organik menjadi humus yang kaya nutrisi dan dapat digunakan sebagai pupuk tanaman (Yaman, 2019).

Proses inkubasi berfungsi untuk menguraikan bahan organik dalam tanah menjadi nutrisi yang dapat diserap oleh tanaman, yang pada gilirannya meningkatkan kualitas tanah dan ketersediaan unsur hara. Selain itu, inkubasi juga berkontribusi dalam mengurangi emisi gas rumah kaca seperti CO₂ dan CH₄. Selama inkubasi, mikroorganismen mengubah bahan organik menjadi senyawa anorganik, sehingga mengurangi jumlah gas rumah kaca yang dilepaskan ke atmosfer. Proses ini juga meningkatkan aktivitas mikroorganismen tanah, yang penting untuk siklus nutrisi dan dekomposisi bahan organik, serta membantu menjaga kesehatan tanah (Febriana dan Susilastuti, 2024).

Proses pembentukan kompos saat masa inkubasi terjadi melalui dekomposisi yang berlangsung secara berkelanjutan dengan terjadinya penurunan jumlah energi total kompos (Rosman *et al.*, 2019). Selama masa inkubasi, mikroorganismen seperti bakteri dan jamur akan mendekomposisi bahan organik. Proses dekomposisi ini menghasilkan panas dan mengubah bahan organik menjadi kompos yang lebih stabil dan matang. Durasi proses ini bervariasi tergantung pada jenis bahan organik, kondisi lingkungan, dan mikroorganismen

yang terlibat. Setelah inkubasi selesai, kompos yang dihasilkan dapat digunakan sebagai pupuk organik yang kaya nutrisi untuk tanaman.

2.3.1 Pengaruh Lama Inkubasi Terhadap pH Kompos

Pada awal proses pengomposan, pH kompos cenderung meningkat. Ini disebabkan oleh pembentukan senyawa alkalin sebagai hasil dari dekomposisi awal bahan organik. Proses ini dapat membuat pH kompos naik ke tingkat yang lebih tinggi dari netral. Ketika aktivitas mikroorganisme pengurai mencapai puncaknya, terutama dalam fase pertumbuhan awal, produksi asam organik seperti asam laktat dan asam asetat meningkat. Hal ini akan menyebabkan penurunan pH kompos. Fase ini disebut juga sebagai "fase asam" dalam proses pengomposan. Seiring dengan berjalannya waktu dan penurunan aktivitas mikroorganisme yang menghasilkan asam, kompos akan mengalami peningkatan dalam pH. Hal ini disebabkan oleh proses *buffering* dalam kompos, di mana sejumlah ion dapat menetralkan asam yang dihasilkan selama dekomposisi (Siagian *et al.*, 2021).

Pengendalian pH kompos selama masa inkubasi penting untuk memastikan proses dekomposisi berlangsung dengan baik dan menghasilkan kompos yang berkualitas. Pengelola pengomposan dapat mengatur penurunan pH dengan penggunaan bahan pengkondisi atau dengan mengatur rasio bahan organik. Perubahan pH dapat berdampak pada kualitas dan stabilitas kompos. pH yang rendah (asam) dapat meningkatkan ketersediaan unsur hara tertentu untuk tanaman, tetapi jika terlalu rendah, juga dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme yang mendukung proses dekomposisi (Firdany *et al.*, 2021).

Menurut Yanqoritha (2013) pH optimal dalam pengomposan biasanya dapat bervariasi sesuai dengan tahap perkembangan kompos itu sendiri. Secara umum pada tahap awal inkubasi pH optimal biasanya berada dalam kisaran 6 sampai 7. Mikroorganisme aerobik yang mengawali proses dekomposisi berada di lingkungan yang sedikit lebih netral. Selama tahap pertengahan inkubasi pH kompos cenderung lebih sedikit meningkat mendekati 7 hingga 8 karena proses dekomposisi dapat menghasilkan senyawa alkali atau ammonia. Pada tahap akhir inkubasi pH kembali mendekati netral atau bahkan menjadi asam berkisar antara 6 hingga 7.

2.3.2 Pengaruh Lama Inkubasi Terhadap Suhu Kompos

Saat bahan organik pertama kali dikumpulkan dalam tumpukan kompos, suhu umumnya akan sejuk atau sama dengan suhu lingkungan sekitarnya. Seiring dengan dimulainya proses dekomposisi, aktivitas mikroorganisme pengurai seperti bakteri, jamur, dan *Aktinomisetes* mulai meningkat. Aktivitas metabolisme mereka akan menghasilkan panas sebagai produk sampingan. Menurut Hanafi dan Yulipriyanto (2014) aktivitas mikroorganisme dan reaksi kimia selama dekomposisi menghasilkan panas. Oleh karena itu, suhu dalam tumpukan kompos akan cenderung meningkat seiring berjalannya waktu.

Peningkatan suhu ini dapat bervariasi tergantung pada jenis bahan organik dan juga faktor-faktor lingkungan (Andriany, 2018). Peningkatan suhu dapat meningkatkan laju aktivitas mikroorganisme dalam tumpukan kompos. Aktivitas enzim dan proses biokimia cenderung berlangsung lebih cepat pada suhu yang lebih tinggi. Pada suatu titik, suhu dalam tumpukan kompos dapat mencapai titik optimal di mana aktivitas mikroorganisme paling efisien. Namun, jika suhu terlalu tinggi, menyebabkan masalah seperti kematian mikroorganisme yang peka terhadap panas.

Suhu optimal dalam pengomposan biasanya pertama kali diukur saat suhu sudah naik menjadi 25°C, ini menunjukkan bahwa mikroorganisme sudah mulai aktif. Pada minggu pertama dan minggu kedua suhu mulai naik pada suhu 32°C, mikroorganisme mulai beradaptasi dengan lingkungan. Pada minggu ketiga suhu paling tinggi yaitu di atas 40°C mikroorganisme mulai bekerja maksimal dalam proses penguraian. Minggu selanjutnya suhu mulai turun secara perlahan, menunjukkan mikroorganisme mulai memasuki fase kematian. Suhu dicek setiap 5 hari sekali untuk menjaga suhu agar stabil, karena jika suhu di bawah 25°C menunjukkan bahwa mikroorganisme tidak bekerja lagi (Sinaga *et al.*, 2023).

Menurut Natsir *et al.* (2022) setelah suhu mencapai puncaknya, aktivitas mikroorganisme dan produksi panas cenderung menurun. Hal ini bisa disebabkan oleh berkurangnya ketersediaan nutrisi atau akhir dari fase dekomposisi bahan organik yang lebih mudah terurai. Seiring dengan pematangan kompos, suhu cenderung menurun dan mencapai titik di mana kompos matang. Pada tahap ini, suhu kompos akan lebih mendekati suhu lingkungan. Sesuai dengan pendapat

Hardyanti dan Utomo (2019) pengendalian suhu selama proses pengomposan bisa menjadi penting, terutama untuk mencegah suhu yang terlalu tinggi yang dapat merusak mikroorganisme atau mengurangi kualitas kompos. Suhu memainkan peran penting dalam mengatur laju dekomposisi dan pematangan bahan organik. Suhu yang tepat dapat menghasilkan kompos yang lebih stabil, dengan kandungan nutrisi yang seimbang dan lebih cocok untuk penggunaan sebagai pupuk organik. lama inkubasi dapat mempengaruhi suhu kompos melalui proses dekomposisi dan aktivitas mikroorganisme.

2.3.3 Pengaruh Inkubasi Terhadap Kadar Air Kompos

Saat bahan organik pertama kali ditumpuk menjadi kompos, kadar air awal biasanya bervariasi tergantung pada sifat bahan organik dan lingkungan sekitarnya. Selama proses inkubasi, aktivitas mikroorganisme dan reaksi kimia dapat mengubah karakteristik fisik dan kimia kompos. Ini dapat mempengaruhi kemampuan kompos untuk menahan air (Hidayat *et al.*, 2021). Aktivitas mikroorganisme pengurai menghasilkan panas dan mengurangi kandungan air dalam kompos. Hal ini dapat menyebabkan pengeringan yang cepat terutama jika proses pengomposan berlangsung dalam kondisi terbuka (Harwiyanti, 2016).

Kadar air yang berlebihan akan membatasi jumlah asupan udara ke dalam kompos karena akan menghalangi rongga dalam tumpukan bahan dan menghambat aktivitas mikroba. Sebaliknya, aktivitas mikroba akan tertekan jika kadar air terlalu rendah karena tidak akan ada masukan air yang cukup bagi organisme untuk mengurai (Setyorini *et al.*, 2006). Menurut Kastalani (2014), penguapan dan aktivitas mikroba menyebabkan kadar air kompos menurun secara bertahap selama inkubasi. Untuk menghindari kompos mengering terlalu cepat, pembuat kompos biasanya perlu mengatur tingkat kelembaban kompos dengan menambahkan lebih banyak air atau menutup tumpukan. Selain itu, karena terlalu banyak air dapat menyebabkan kondisi anaerobik, maka hal ini harus dihindari. Kadar air kompos dapat meningkat karena kondisi lingkungan tertentu atau penambahan bahan basah.

Menurut Amaliah *et al.* (2020) kompos memerlukan kadar air yang cukup agar mikroorganisme dapat berfungsi dengan baik. Kadar air yang ideal umumnya berkisar antara <50%, tetapi nilai ini dapat bervariasi tergantung pada jenis bahan

organik dan tujuan penggunaan kompos. Kadar air mempengaruhi laju aktivitas mikroorganisme dan dekomposisi. Kadar air yang rendah dapat memperlambat proses dekomposisi, sementara kadar air yang tinggi dapat menyebabkan fermentasi dan pengurangan kualitas. Seiring berjalannya masa inkubasi, kompos akan mencapai tahap pematangan di mana kadar air cenderung lebih stabil. Pada tahap ini, kompos yang matang memiliki kadar air yang lebih rendah daripada pada tahap awal. Pengaruh lama inkubasi terhadap kadar air kompos mempengaruhi laju dekomposisi, aktivitas mikroorganisme, dan kualitas akhir kompos. Jika kadar air kompos terlalu rendah, bisa ditambahkan air secukupnya untuk menjaga kelembaban optimal. Sebaliknya, jika kadar air terlalu tinggi, dapat dipertimbangkan untuk meningkatkan sirkulasi udara atau mengurangi jumlah bahan yang memiliki kemampuan menahan air tinggi.

2.4 Aktivator dalam Pembuatan Kompos

2.4.1 *Effective Microorganism 4* (EM4)

Kualitas bahan yang akan dikomposkan menentukan berapa lama prosesnya. Diperkirakan bahwa penambahan aktivator dapat mempercepat laju penguraian kompos. Aktivator, yang meliputi *Effective Microorganism 4* (EM4), terdiri dari beberapa spesies mikroorganisme yang mengurai bahan organik yang telah diisolasi, dioptimalkan, dikemas, dan berada dalam kondisi tidak aktif.

Effective Microorganism 4 (EM4) adalah kultur campuran dalam medium cair yang berwarna coklat kekuningan, berbau asam, dan mengandung mikroorganisme yang mendukung kesuburan tanah. EM4 terdiri dari berbagai mikroorganisme seperti *Lactobacillus sp.*, *Saccharomyces (yeast)*, *Actinomycetes*, dan *Streptomyces*. Mikroorganisme dalam EM4 berfungsi untuk memfermentasi bahan organik dalam tanah atau sampah serta merangsang pertumbuhan mikroorganisme lain yang bermanfaat bagi kesuburan tanah, seperti bakteri pengikat nitrogen, pelarut fosfat, dan mikroorganisme yang bersifat antagonis terhadap penyakit tanaman. EM4 digunakan dalam pengomposan karena kemampuannya mempercepat proses dekomposisi bahan organik.

Effective Microorganism 4 (EM4) memperbaiki struktur tanah, meningkatkan mikroba tanah dan kualitas tanah. Mikroorganisme ini memberikan pengaruh yang baik terhadap kualitas kompos. Sedangkan ketersediaan unsur hara

dalam kompos sangat dipengaruhi oleh peningkatan dekomposisi bahan organik dalam kompos, EM4 membantu menghasilkan kompos yang lebih matang dan kaya akan unsur hara. EM4 membantu mengendalikan pertumbuhan pantogen dalam kompos yang dapat mengganggu ketersediaan unsur hara. Dengan mengurangi pantogen dalam kompos, unsur hara dalam kompos lebih mungkin tersedia untuk tanaman tanpa persaingan dengan mikroba pantogen.

2.4.2 *Saccharomyces Cerevisiae*

Klasifikasi *Saccharomyces cerevisiae* menurut Aryani *et al.* (2004) :

Kingdom (Kerajaan) : Fungi
Phylum (Filum) : *Ascomycota*
Subfilum (Subfilum) : *Saccharomycotina*
Kelas (Class) : *Saccharomycetes*
Ordo (Bangsa) : *Saccharomycetales*
Familia (Suku) : *Saccharomycetaceae*
Genus (Marga) : *Saccharomyces*
Spesies (Jenis) : *Saccharomyces cerevisiae*

Bakteri *Saccharomyces cerevisiae* adalah anggota keluarga *Saccharomycetales*. Diklasifikasikan sebagai sel ragi karena berbentuk bulat, memanjang seperti benang, dan menghasilkan *psedomycelium*. ragi bersel tunggal yang 5-10 kali lebih besar dari bakteri dan memiliki ukura 5-20 mikron. Tubuhnya terdiri dari lapisan polisakarida kompleks yang disebut dinding luar dan sitoplasma yang mencakup vakuola dan satu inti bebas di bawah membran sel. Khamir berkembang dalam kondisi pH 3-6 dan pada suhu maksimum 40-50°C dengan suhu minimum 0°C. *Saccharomyces cerevisiae* adalah jenis bakteri yang mampu memproduksi alkohol dalam jumlah besar dan toleran terhadap kadar alkohol yang tinggi. Tingginya kadar alkohol menunjukkan bahwa proses fermentasi berlangsung dengan baik. Suhu yang digunakan dalam sporulasi bagi *Saccharomyces cerevisiae* berfungsi untuk mengurangi bau selama proses pengomposan. Fermentasi ini berperan dalam menguraikan bahan organik dalam kompos menjadi senyawa yang lebih sederhana dan mudah terurai (Aulia *et al.*, 2015).

Menurut Setiarto (2016) alkohol dalam kompos dapat berperan dalam mengkonservasi karbon organik. Ini berarti bahwa karbon dalam bahan organik tidak teroksidasi atau terurai, yang dapat membantu menghilangkan beberapa senyawa beracun atau pantogen dalam kompos. Sehingga dapat meningkatkan kualitas kompos dan membuatnya lebih aman untuk digunakan sebagai pupuk.