

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Limbah

Menurut Peraturan Menteri Republik Indonesia Nomor 101 tahun 2014 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (2014), sisa suatu usaha dan/ atau kegiatan disebut limbah. Suatu proses produksi baik industri maupun domestik (rumah tangga) menghasilkan limbah (Widjajanti, 2009).

Menurut Widjajanti (2009), limbah secara kimiawi dibedakan menjadi senyawa organik dan anorganik. Perlu adanya pengelolaan dampak negatif pada lingkungan, terutama kesehatan bagi manusia, yang ditimbulkan dari konsentrasi dan kuantitas limbah tertentu. Jenis dan karakteristik limbah dapat dijadikan acuan untuk menentukan tingkat risiko toksisitas.

Ukuran partikel (mikro) yang bersifat dinamis, wilayah penyebaran luas, dan berdampak negatif dalam jangka panjang dapat mempengaruhi karakteristik limbah. Selain itu, kualitas limbah juga dipengaruhi oleh kandungan bahan pencemar, jumlah limbah, dan frekuensi pembuangan limbah. Limbah industri dikelompokkan menurut karakteristiknya, menjadi empat yaitu padat, cair, gas, dan partikel serta B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun). Pengolahan dan penanganan limbah merupakan cara dalam mengatasi limbah (Widjajanti, 2009). Tingkat risiko limbah dapat dipengaruhi oleh volume limbah, kandungan bahan pencemar, dan frekuensi pembuangan limbah (Jalaluddin *dkk.*, 2016).

B. Limbah Buah

Limbah buah biasa dibuang secara *open dumping* tanpa pengolahan lebih lanjut, terdapat nilai gizi yang relatif rendah dan terdiri dari 1-15% protein kasar dan 5-38% serat kasar pada limbah buah tersebut (Jalaluddin *dkk.*, 2016). Limbah buah tanpa pengolahan dapat mengakibatkan bau yang tak sedap, terutama bagi kebersihan lingkungan serta dapat membahayakan kesehatan (Marjenah *dkk.*, 2017).

Menurut Nur (2019), limbah buah mengandung unsur nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K), natrium (Na), zat besi (Fe), kalsium (Ca), magnesium (Mg), vitamin, dan lainnya. Komponen dasar pupuk organik cair maupun mikroorganisme lokal yang dapat meningkatkan kesuburan tanah biasanya diperoleh dari kandungan limbah buah.

Penelitian ini menggunakan limbah buah pepaya dan kulit buah pisang kepek, karena banyak ditemukan di sekitar lingkungan dan termasuk buah yang mudah rusak maupun busuk, sehingga sering dibuang sebagai sampah organik. Uraian kedua buah tersebut sebagai berikut:

1. Buah Pepaya (*Carica papaya* L.)

Pepaya (*Carica papaya* L.) termasuk famili *Caricaceae* yang berasal dari Amerika Tengah, khususnya Meksiko bagian Selatan dan Nikaragua (Astawan, 2008). Mutu buah pepaya ditentukan oleh ketuaan, kekerasan, bentuk, serta ada tidaknya kerusakan akibat terbakar sinar matahari maupun penyakit (Sjaifullah, 1996). Buah pepaya adalah tanaman yang umum dijumpai di lingkungan sekitar. Buah pepaya kaya akan

karbohidrat, kalsium, magnesium, potasium, dan fosfor (Suketi *dkk.*, 2010).

Klasifikasi Pepaya (*Carica papaya* L.), yaitu:

Kingdom	: Plantae	(Tumbuh-tumbuhan)
Divisi	: Spermatophyta	(Tumbuhan berbiji)
Sub-divisi	: Angiospermae	(Biji tertutup)
Kelas	: Dicotyledonae	(Biji berkeping dua)
Bangsa	: Violales	
Suku	: Caricaceae	
Marga	: Carica	
Jenis	: <i>Carica papaya</i> L.	

(Hutapea, 1991 dalam Sari, 2015).



Gambar 1. Buah Pepaya
Sumber : Dokumentasi Pribadi

Kandungan gizi dalam daging buah pepaya per 100 gram yaitu karbohidrat 12,2 gr, protein 0,5 gr, serat 0,7 gr, fosfor (P) 12 mg, zat besi (Fe) 1,7 mg, kalium (K) 0,204 gr, kalsium (Ca) 23 mg, magnesium (Mg) 0,25 mg, dan air 86,7 gr (Astuti, 2008).

Unsur hara yang ada dalam buah pepaya seperti C-Organik 1,27%, nitrogen 0,14%, posfor 0,02%, kalium 0,023%, dan magnesium 0,319% berguna untuk perkembangan tanaman dan mikroorganisme (Susanto *dkk.*, 2012 dalam Telaumbanua, 2020). Menurut Kurnia (2018), diketahui bahwa buah pepaya (*Carica papaya* L.) mengandung mineral (mg/100 g) sebagai berikut:

Tabel 2. Kandungan Mineral Buah Pepaya

Nilai Nutrisi per 100 gram	Ca	Fe	Mg	P	Zn
Nilai nutrisi (mg)	24	0,10	10	5	0,07
Persentase konsumsi harian yang disarankan (%)	2,50	1	2,50	1	0,50

Sumber: USDA National Nutrient data base

2. Pisang Kepok (*Musa paradisiaca* L.)

Pisang kepok (*Musa paradisiaca* L.) merupakan pisang yang dimakan setelah buahnya matang dan memiliki kulit yang tebal mengandung daging buah sekitar 55,5% (Prabawati *dkk.*, 2008). Pisang jenis ini disebut pisang gepeng dan bersegi karena memiliki kulit berwarna kuning kehijauan dan bentuk buahnya agak pipih. Buahnya kecil, berukuran sekitar 12 cm dan memiliki rasa buah yang manis (Sejati, 2017). Satu tandan buah pisang terdapat 10 sisir hingga 16 sisir dengan berat pertandan 14 kg hingga 22 kg dan setiap sisir berisi 20 buah (Redaksi AgroMedia, 2009).

Klasifikasi pisang kepok (*Musa paradisiaca* L.) yaitu:

Kingdom : Plantae
Divisi : Magnoliophyta
Kelas : Monocotyledoneae
Ordo : Zingiberales
Familia : Musaceae
Genus : *Musa*
Spesies : *Musa paradisiaca forma typica*

(Satuhu dan Supriyadi, 2008)



Gambar 2. Kulit Pisang Kepok
Sumber : Dokumentasi Pribadi

Limbah kulit pisang berasal dari 1/3 buah pisang yang belum dikupas dan cukup melimpah (Munadjim, 1998). Kulit pisang kaya akan nutrisi meliputi karbohidrat, protein, zat besi, fosfor, kalsium, lemak, vitamin B, vitamin C, dan air. Kandungan serotonin dalam kulit buah pisang berfungsi untuk menyeimbangkan suasana hati dan dapat diolah menjadi ekstrak kulit (Sriharti dan Salim, 2008).

Komposisi kimia kulit pisang per 100 gram adalah protein 8,6 gr, serat total 50,3 gr, pati 12,1 gr, lemak 13,1 gr, dan abu 15,3 gr (Yosephine

dkk., 2012). *Streptococcus* sp, *Enterobacter* sp, dan *Pseudomonas* sp merupakan bakteri yang teridentifikasi dalam kulit buah pisang kepok. Sedangkan fungi seperti *Candida* sp, *Aspergillus* sp, *Saccharomyces* sp, dan *Rhizopus* sp terdapat pada kulit pisang yang matang (Ogonna *dkk.*, 2017).

Selain itu menurut penelitian Okorie *dkk.*, (2015), diketahui kandungan mineral (mg/100g) dalam kulit buah pisang kepok (*Musa paradisiaca*) sebagai berikut:

Tabel 3. Kandungan Mineral Kulit Buah Pisang Kepok

Kelompok	Ca	Mg	K	Na	P	Zn	Cu	Pb	Fe
Kulit pisang masak	6,81 ± 1,15	0,84 ± 0,23	10,60 ± 0,85	6,09 ± 1,29	0,59 ± 0,1	1,49 ± 0,13	0,95 ± 0,35	0,05 ± 0,03	22,48 ± 0,68
Kulit pisang mentah	7,62 ± 0,17	1,22 ± 0,45	9,32 ± 0,59	6,07 ± 0,10	0,60 ± 0,14	2,60 ± 0,28	0,86 ± 0,06	0,11 ± 0,01	346,1 ± 22,77

Sumber : Okorie *dkk.*, (2015)

C. Air Budidaya Ikan Lele

Menurut Andriyeni *dkk.*, (2017), kotoran air limbah lele dan sisa pakan terdapat zat organik dan anorganik. Padat tebar budidaya, jenis pakan yang diberikan, dosis pakan yang digunakan, lama kegiatan budidaya, ada tidaknya pergantian air kolam menentukan kadar bahan organik dan anorganik pada air budidaya.

Akumulasi kotoran lele dan sisa pakan dalam kolam ditentukan oleh peningkatan kepadatan tebar budidaya dan banyaknya pakan yang dibutuhkan. Begitu pula dengan dosis pakan, dan semakin tinggi dosis pakan, semakin tinggi jumlah pakan yang dibutuhkan. Selain itu, semakin kecil

ukuran bibit lele dan semakin besar ukuran lele yang dipanen maka kebutuhan pakan yang diperlukan juga semakin besar, begitu juga sebaliknya (Andriyeni *dkk.*, 2017).

Dalam penelitian yang dilakukan Said dan Lalla (2020), menyatakan bahwa air budidaya ikan lele berasal dari kotoran yang ada dan sisa pakan di dalamnya. Frekuensi pemberian pakan, jenis pakan, dan pergantian air menentukan kandungan hara air budidaya ikan lele. Kegiatan pembudidayaan yang dilakukan di kolam semen, kolam terpal, dan kolam fiber maupun kegiatan budidaya lainnya akan menghasilkan limbah padat dan cair (Andriyeni *dkk.*, 2017).

Air budidaya ikan lele memiliki potensi sebagai bahan dasar pembuatan pupuk organik cair (POC). Menurut Andriyeni *dkk.*, (2017), kandungan organik seperti kadar C-Organik, rasio C/N, nitrogen, fosfor, kalium, sulfat, pH, padatan terlarut dan padatan tersuspensi dapat dijadikan sebagai acuan untuk melihat potensi limbah budidaya lele. Air limbah budidaya ikan lele mengandung lebih tinggi kadar N, P, dan K dibandingkan dengan pupuk kandang. Kisaran rata-rata kadar hara makro dari limbah cair, air budidaya ikan lele sebagai berikut:

Tabel 4. Kadar Hara Makro Limbah Cair Budidaya Ikan Lele

No	Parameter	Satuan	Kisaran	Rata-Rata
1	Nitrogen total (N)	%	0,98-1,67	1,32
2	Phosfor total (P ₂ O ₅)	%	1,89-3,40	2,64
3	Kalium total (K ₂ O ₅)	%	0,10-1,03	0,35

Sumber : Andriyeni *dkk.*, (2017)

D. Fermentasi

Fermentasi adalah proses yang menggunakan bantuan mikroorganisme dalam menguraikan senyawa organik menjadi senyawa yang lebih sederhana. Prinsip fermentasi yaitu mikroorganisme menghancurkan limbah organik pada kisaran suhu tertentu dan dalam keadaan tertentu (Huda, 2013). Pada keadaan aerob maupun anaerobik pembuatan pupuk dapat berlangsung dengan baik (Sundari *dkk.*, 2012). Pembuatan pupuk organik cair dengan sistem fermentasi anaerobik artinya dilakukan dalam keadaan tanpa oksigen atau tanpa bantuan sinar matahari (Lutfi, 2013 dalam Puspanjalu, 2018).

Proses penguraian bahan organik tanpa menggunakan oksigen adalah fermentasi anaerobik (Sundari *dkk.*, 2012). Fermentasi biasanya berlangsung dalam kondisi anaerobik dan disertai dengan pelepasan gas yang menghambat pertumbuhan patogen sehingga proses dekomposisi berlangsung dengan baik (Sungguh, 1993 dalam Cesaria *dkk.*, 2014).

Fermentasi secara anaerobik umumnya menggunakan reaktor yang dilengkapi selang aerator kemudian dihubungkan dengan botol plastik berisi air. Selang aerator digunakan untuk menstabilkan suhu bahan sehingga membentuk gelembung udara, sedangkan air pada botol digunakan untuk mengeluarkan gas dalam mencegah udara luar yang masuk dalam reaktor (Putra dan Ratnawati, 2019).

Ciri fisik berhasilnya pembuatan pupuk organik cair menggunakan sistem fermentasi ditandai dengan munculnya lapisan putih pada permukaan, berbau khas dan perubahan warna. *Actinomyces* merupakan jenis jamur

yang berkembang setelah proses pembentukan pupuk berupa lapisan putih pada permukaan pupuk (Sundari *dkk.*, 2012).

Selain itu, munculnya jamur berwarna putih pada lapisan permukaan atas dapat disebabkan karena ada bahan baku yang terapung. Menurut Alex (2015), hasil yang diperoleh setelah fermentasi tampak pada permukaan cairan berupa cairan berwarna kuning kecokelatan dengan bintik-bintik putih dan berbau khas menyengat. Hal tersebut membuktikan pupuk cair organik sudah siap dan dapat digunakan.

E. Pupuk Organik Cair

1. Pengertian Pupuk

Menurut Peraturan Menteri Pertanian Nomor 70/Permentan/SR. 140/10/2011 tentang Pupuk Organik, Pupuk Hayati dan Pembenh Tanah (2011), pupuk organik adalah pupuk yang berasal dari tumbuhan mati, kotoran hewan dan/atau bagian hewan dan/atau limbah organik lainnya yang telah melalui proses rekayasa, berbentuk padat atau cair, dapat diperkaya dengan bahan mineral dan/atau mikroba, yang bermanfaat untuk meningkatkan kandungan hara dan bahan organik tanah serta memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah.

2. Pupuk Organik Cair

Pupuk organik berasal dari bahan organik seperti daun, batang, ranting, atau kotoran ternak biasa digunakan untuk membuat pupuk (Indriani, 2011). Pupuk organik berjenis padat dan cair. Keunggulan pupuk

organik cair yaitu haranya merata dan konsentrasinya lebih sesuai dengan kebutuhan tanaman (Hadisuwito, 2007).

Menurut Hadisuwito (2007), pupuk organik cair yaitu larutan terbuat dari sisa tanaman yang membusuk, kotoran hewan, dan bahan organik yang berasal dari manusia dimana kandungan haranya lebih dari satu unsur. Dibandingkan dengan pupuk anorganik cair, meskipun pupuk organik cair sering digunakan biasanya tidak merusak tanah atau pertumbuhan tanaman.

Sisa buah dan sayuran termasuk kedalam bahan organik basah yang merupakan bahan dasar terbaik untuk pembuatan pupuk cair karena selain mudah terurai dan kaya unsur hara dimana dibutuhkan tanaman. Kandungan selulosa dalam bahan organik yang semakin tinggi menyebabkan proses dekomposisi menjadi lebih lama (Purwendro dan Nurhidayat, 2006).

3. Keuntungan Pupuk Organik Cair

Simamora *dkk.*, (2005), menegaskan bahwa penggunaan pupuk organik cair mempunyai keunggulan, yaitu:

- a. Pupuk organik cair pengaplikasiannya lebih mudah dibanding pupuk organik padat.
- b. Tanaman lebih mudah menyerap unsur hara dalam pupuk cair.
- c. Terdapat mikroba yang jarang ditemukan pada pupuk organik padat (kompos).

- d. Pengaktifan hara dalam pupuk organik padat dengan mencampurkan pupuk cair organik.

4. Faktor Yang Mempengaruhi Kualitas Pupuk Organik Cair

a. Sinar Matahari dan Hujan

Faktor fisik eksternal yang dapat mempengaruhi pembuatan pupuk organik cair adalah panas matahari dan hujan. Banyak mikroorganisme yang hidup dan berkembang selama proses fermentasi dalam pembuatan pupuk organik cair. Penyimpanan bahan baku sebaiknya di tempat yang teduh, tidak terkena hujan, angin, dan panas matahari. Karena hujan dan angin dapat mempengaruhi kondisi lingkungan sehingga menurunkan suhu yang dapat menghambat laju fermentasi oleh mikroorganisme (Santi, 2010).

Pembuatan pupuk organik cair harus ditempat yang teduh untuk menghindari paparan sinar matahari, karena sinar matahari dapat mematikan mikroorganisme yang hidup pada pupuk organik cair (Yasjudi, 2017 dalam Puspanjalu, 2018). Oleh karena itu, tempat penyimpanan bahan baku yang baik berada di tempat yang teduh dan terlindung.

b. Ukuran Bahan

Kecepatan proses pengomposan dipengaruhi oleh ukuran bahan baku. Ukuran bahan yang lebih kecil dari 5 cm dapat mengurangi pergerakan CO₂ yang keluar dan pergerakan udara yang masuk dari timbunan. Disisi lain, luas permukaan yang “terpengaruh” akan

mengecil jika ukuran bahan terlalu besar sehingga dapat memperlambat proses degradasi, atau bahkan menghentikannya (Simamora dan Salundik, 2006).

Menurut Alex (2015), di antara udara dan permukaan area terdapat aktivitas mikroba. Peningkatan kontak antara mikroorganisme dengan bahan dasar dan proses penguraian terjadi peningkatan jika terdapat permukaan area yang lebih luas. Memperkecil ukuran partikel bahan dapat memperluas permukaan, misalnya dilakukan pencacahan. Menurut Indriani (2011), bahan yang lebih kecil dapat memperluas bahan yang tersentuh bakteri untuk mempercepat proses pengomposan.

c. Warna dan Bau

Warna dan bau diamati sebagai ukuran penerapan tingkat kematangan sempurna pada kondisi fisik yang setiap pupuk organik cair memiliki karakteristik sama.

Pupuk organik cair telah matang sempurna memiliki ciri fisik kuning kecokelatan, berbau seperti bahan dasarnya yang membusuk (bau khas seperti tape) dan adanya bintik-bintik putih (semakin banyak semakin baik) (Indriani, 2004 dalam Rasyid, 2017). Bau menyengat dari pupuk organik cair dapat dikurangi atau bahkan dihilangkan dengan menambahkan pewangi. Bahan pewangi dapat berasal dari bahan alami seperti serai wangi, jeruk citrun atau pandan (Purwendro dan Nurhidayat, 2006).

d. Keasaman (pH)

Pada kisaran pH yang optimal, fermentasi dapat terjadi. Pembuatan pupuk organik cair pada awalnya akan bersifat asam, pada kondisi netral pH optimal berkisar 6,5 hingga 7,5. Dalam meningkatkan pH biasanya ditambahkan kapur atau abu dapur (Indriani, 2011). Sedangkan pH optimal setelah pengomposan adalah antara 5,5 hingga 6,5 dan kurang dari 8 (Metcalf dan Eddy, 1991 dalam Rasyid, 2017).

e. Suhu

Faktor suhu berhubungan dengan jenis mikroba yang terlibat memiliki pengaruh terbesar dalam proses pembuatan pupuk. Suhu optimal untuk pupuk organik sekitar 18-60 °C. Penyebab kematian mikroorganisme karena kenaikan suhu. Mikroorganisme tidak aktif atau dalam keadaan dorman ketika suhu relatif rendah (Indriani, 2011).

Suhu optimal untuk pembuatan pupuk cair adalah 25-55 °C. Panas dihasilkan dari proses perombakan bahan organik oleh jasad renik dalam meningkatkan suhu awal pembuatan pupuk. Pada tahap ini, mikroba berkembang biak dengan cepat. Pupuk yang sudah matang ditandai dengan penurunan suhu hingga mencapai suhu kamar (Santi, 2010). Peningkatan suhu dapat menyebabkan peningkatan konsumsi oksigen dan proses degradasi lebih cepat (Alex, 2015).

f. Kelembaban

Secara umum mikroorganisme bekerja dalam kelembaban optimal sekitar 40-60%. Penurunan atau peningkatan kelembaban dapat menghambat pertumbuhan atau kematian mikroorganisme (Indriani, 2011).

Menurut Nugroho (2017), aktivitas mikroba akan menurun jika kelembaban di bawah 40% dan kelembaban akan lebih rendah 15%. Jika kelembaban lebih tinggi dari 60% menyebabkan penurunan aktivitas mikroba dan timbul bau tidak sedap dari fermentasi anaerobik karena unsur hara tercuci dan volume udara berkurang.

5. Standar Mutu Pupuk Organik Cair

Tanaman membutuhkan unsur hara yang banyak antara lain terdapat pada pupuk organik cair yang memiliki unsur hara makro C-Organik, nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K). Dalam Peraturan Menteri Pertanian Nomor 261 Tahun 2019 mengatur bahwa untuk menjamin dan menjaga kualitas pupuk organik cair yang dihasilkan harus memenuhi persyaratan teknis minimal (Widyabudiningsih *dkk.*, 2021).

Persyaratan teknis minimal pupuk organik cair diatur berdasarkan Peraturan Menteri Pertanian Nomor 70/Permentan/SR.140/10/2011 tentang Pupuk Organik, Pupuk Hayati dan Pembenh Tanah sebagai berikut:

Tabel 5. Persyaratan Teknis Minimal Pupuk Cair Organik

No	Parameter	Satuan	Standar Mutu
1	N	%	3-6
2	P ₂ O ₅	%	3-6
3	K ₂ O	%	3-6

Sumber : Peraturan Menteri Pertanian Nomor 70/Permentan/SR.140/10/2011

Menurut Standar Nasional Indonesia 19-7030-2004 tentang Standar Spesifikasi Kualitas Kompos sebagai berikut:

Tabel 6. SNI Pupuk Organik Cair 2004

No	Parameter	Satuan	Minimum	Maksimum
1	Nitrogen	%	0,40	-
2	Phosfor (P ₂ O ₅)	%	0,10	-
3	Kalium (K ₂ O)	%	0,20	*

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

Sumber : SNI 19-7030-2004

6. Aplikasi Pupuk Cair

Menurut Indriani (2011), sebaiknya tidak langsung menggunakan hasil kompos cair dari sampah rumah tangga (lindi) yang baru dipanen.

Pengaplikasian lindi untuk tanaman sebagai berikut:

- a. Mencampurkan lindi dengan air menggunakan perbandingan 1:5 atau 1 tutup botol lindi untuk 5 botol air. Ukuran botol air sama dengan ukuran botol lindi.
- b. Menyiram atau menyemprotkan larutan pada tanaman sayuran, buah-buahan atau tanaman hias. Pemupukan dilakukan seminggu sekali.
- c. Menyimpan larutan jika masih tersisa dan mengusahakan larutan pupuk organik cair digunakan dalam satu kali pemakaian.

F. Unsur Hara Makro

Tanah dan tanaman membutuhkan unsur hara yang terkandung dalam komposisi pupuk. Menurut Anwar *dkk.*, (2008), enam belas unsur hara yang dibutuhkan tanaman terkandung dalam pupuk organik cair. Keenambelas unsur hara tersebut dikelompokkan menjadi:

1. Unsur hara makro primer, seperti nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K), karbon (C), oksigen (O) dan hidrogen (H).
2. Unsur hara makro sekunder, seperti magnesium (Mg), sulfur (S), dan kalsium (Ca).
3. Unsur hara mikro, seperti zat besi (Fe), mangan (Mn), khlor (Cl), seng (Zn), tembaga (Cu), boron (B), dan molibdenum (Mo).

Tanaman membutuhkan hara makro dalam jumlah besar dibandingkan dengan unsur hara mikro. Menurut Anwar *dkk.*, (2008), unsur hara makro seperti nitrogen (N), fosfor (P) dan kalium (K) dalam jumlah banyak dibutuhkan tanaman. Uraian ketiga unsur hara makro tersebut sebagai berikut:

1. Nitrogen (N)

Salah satu komponen dasar protein adalah nitrogen yang berfungsi untuk membentuk jaringan pada organisme, selain itu pertumbuhan tanaman ditentukan oleh nitrogen di dalam tanah, pengujian nitrogen menggunakan metode kjedahl (Sutanto, 2002 dalam Kurniawan *dkk.*, 2017). Sebagai komponen penyusun protein, nitrogen berperan dalam

pembentukan dan perkembangan tumbuhan seperti buah, daun, dan umbi-umbian (AgroMedia, 2007).

Fungsi dari nitrogen seperti merangsang keseluruhan perkembangan tumbuhan, pada tanaman digunakan untuk protein dan sintesis asam amino. Selain itu digunakan untuk merangsang perkembangan vegetatif meliputi warna hijau daun, panjang daun, lebar daun, tinggi batang dan ukuran batang (Kloepper, 1993 dalam Amelia, 2017).

Sedangkan berdasarkan Lingga dan Marsono (2013), nitrogen (N) bagi tanaman berfungsi sebagai berikut:

- a. Merangsang pertumbuhan menyeluruh, terutama daun, batang, dan cabang.
- b. Dalam fotosintesis berfungsi sebagai pembentukan daun hijau.
- c. Membentuk protein, lemak, dan senyawa organik lainnya.

Menurut AgroMedia (2007), kekurangan nitrogen dapat menyebabkan gejala berikut pada tanaman:

- a. Keadaan tanaman kerdil.
- b. Tanaman berdaun kecil, berwarna pucat dan hijau kekuningan.
- c. Pada bagian paling bawah daun terlihat terbakar dan mati sebelum waktunya, sedangkan pada bagian atas daun terlihat masih hijau.
- d. Rendahnya pertumbuhan tanaman.

2. Phospor (P)

Setelah nitrogen, phospor adalah unsur hara terpenting bagi tanaman. Peranan phospor dalam proses pembelahan sel, produksi biji, perangsangan perakaran awal, transpor energi dalam sel, pembentukan buah, dan pematangan buah. Uji analisis phospor dengan metode spektrofotometer (Winarso, 2005 dalam Kurniawan *dkk.*, 2017).

Pada tumbuhan, phospor tidak tergantikan oleh unsur lain, selain itu phospor adalah unsur esensial pada tanaman. Tanaman mengandung phospor cukup jika pertumbuhannya normal. Fungsi penting phospor bagi tanaman adalah dalam fotosintesis, mengirim dan penyimpanan energi, pernapasan, pembelahan sel dan pembesaran sel serta proses tanaman yang lain (Winarso, 2005 dalam Kurniawan *dkk.*, 2017).

Menurut Lingga dan Marsono (2013), phospor bagi tanaman berfungsi sebagai berikut:

- a. Merangsang perakaran, terutama akar, biji dan tanaman muda.
- b. Sumber dalam pembentukan beberapa protein.
- c. Membantu proses penyerapan dan pernapasan.
- d. Mempercepat pertumbuhan dan pematangan buah dan biji.

Menurut AgroMedia (2007), kekurangan phospor dapat menyebabkan gejala berikut pada tanaman:

- a. Tanaman tampak kerdil.
- b. Warna daun ungu atau merah tua, hijau pucat, khususnya pada bagian ujung dan tepinya.

- c. Daun berwarna hijau kebiruan apabila tanaman tidak mengandung nitrogen sama sekali.
- d. Tanaman kadang-kadang tinggi, kurus, selalu terlihat hijau, dan terhambat untuk tua.
- e. Buah tidak tumbuh normal dan terbentuk
- f. Proses pembuahan terhambat dan rendahnya produksi tanaman.

3. Kalium (K)

Kalium berfungsi pembentukan karbohidrat dan protein, pengerasan kayu tanaman, meningkatkan kualitas buah dan biji, serta peningkatan ketahanan terhadap penyakit tanaman dan serangan hama (Winarso, 2005 dalam Kurniawan *dkk.*, 2017).

Kalium berfungsi dalam fotosintesis, mengangkut hasil penyerapan, mineral dan enzim termasuk air, meningkatkan kapasitas tukar kation (KTK) tanah dan pembentukan senyawa kompleks beserta ion logam bersifat racun bagi tanaman seperti zat besi, mangan, dan aluminium. Selain itu meningkatkan ketahanan atau kekebalan tanaman terhadap penyakit (Klopper, 1993 dalam Amelia, 2017).

Menurut Lingga dan Marsono (2013), kalium bagi tanaman berfungsi sebagai berikut:

- a. Pembentukan karbohidrat dan protein.
- b. Memperkuat tanaman terutama bunga, daun, dan buah agar tidak gugur.
- c. Sumber ketahanan untuk tanaman dalam menghadapi penyakit dan kekeringan.

Menurut AgroMedia (2007), kekurangan kalium dapat menyebabkan gejala berikut pada tanaman:

- a. Daun menjadi kecil dimulai dengan bintik di tepi daun, memutih, berwarna kekuningan atau kemerahan.
- b. Bagian tepi daun (di bawah tajuk) berwarna kuning atau coklat kemerahan, terbakar, dan akhirnya mati.
- c. Pertumbuhan tanaman kerdil
- d. Rebah atau jatuh
- e. Buahnya kecil dan memiliki bercak luka. Waktu penyimpanan, kualitas buah dan hasil produksi sangat rendah.

Kadar unsur hara N, P, dan K terkandung dalam kotoran ternak atau pupuk kandang. Menurut Lingga dan Marsono (2013), pupuk kandang adalah kotoran hewan berbentuk padat berupa campuran feses bersama sisa makanan maupun air seni atau urine. Berikut komposisi unsur N, P, dan K antara beberapa jenis kotoran hewan/ternak yang berbentuk padat dan cair:

Tabel 7. Kadar Unsur N, P dan K antara Beberapa Jenis Kotoran Hewan Berbentuk Padat dan Cair

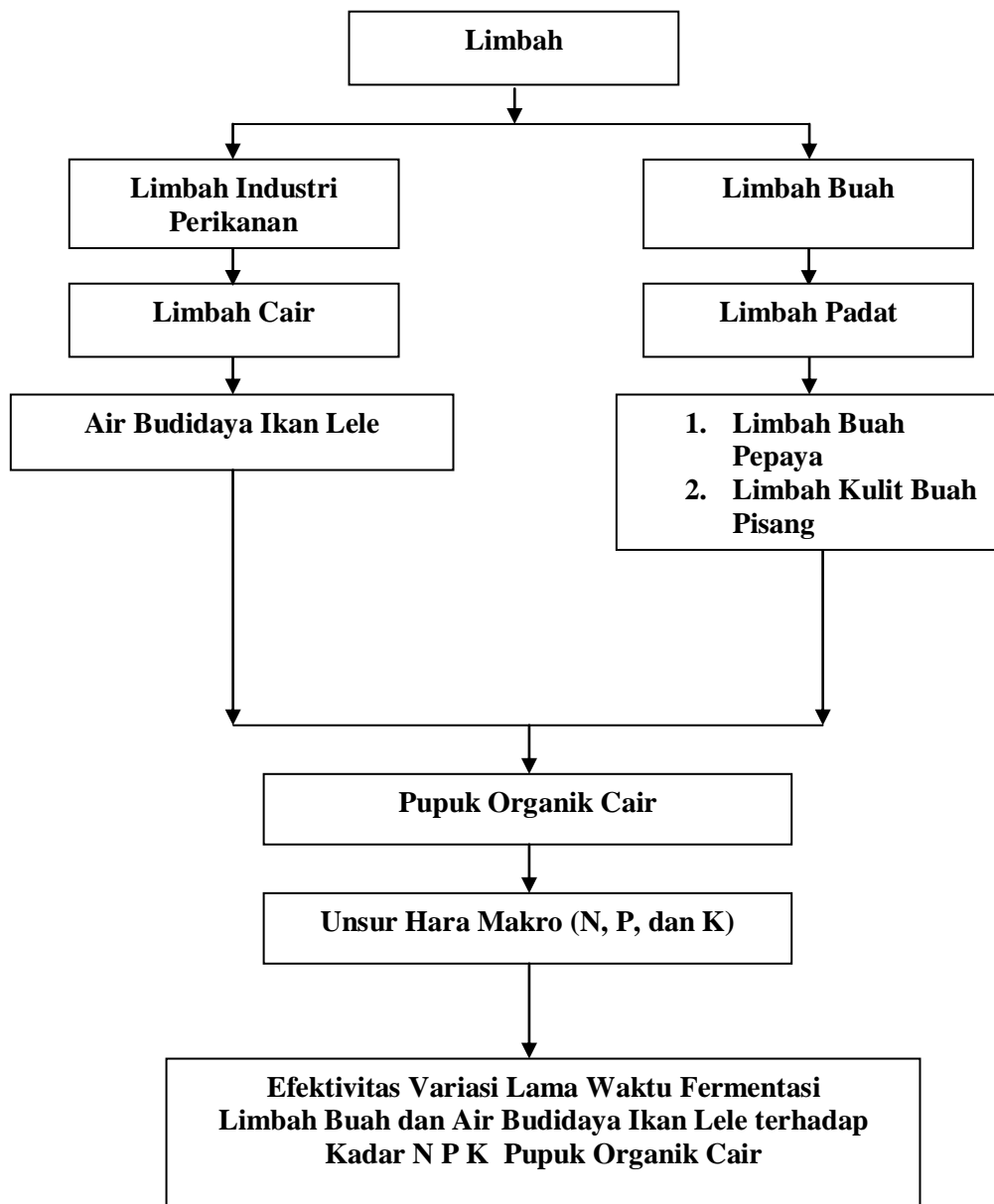
Jenis Ternak	Bentuk Fisik	Kadar Hara (%)			Keterangan
		Nitrogen (N)	Phospor (P)	Kalium (K)	
Sapi	Padat	0,40	0,20	0,10	Pupuk dingin
	Cair	1,00	0,50	1,50	
Kerbau	Padat	0,60	0,30	0,34	Pupuk dingin
	Cair	1,00	0,15	1,50	
Kambing	Padat	0,60	0,30	0,17	Pupuk panas
	Cair	1,50	0,13	1,80	
Domba	Padat	0,75	0,50	0,45	Pupuk panas
	Cair	1,35	0,05	2,10	
Ayam	Padat	1,00	0,80	0,40	Pupuk dingin
	Cair	1,00	0,80	0,40	

Sumber : Lingga dan Marsono, (2013)

Berdasarkan Tabel 7, kotoran hewan ternak dibagi menjadi padat dan cair, dimana pupuk kandang padat adalah feses padat, baik yang sudah difermentasi maupun tidak difermentasi. Sedangkan kotoran hewan segar yang telah dicampur dengan urine atau air seni dan sengaja diencerkan dengan air menurut takaran dan komposisi tertentu disebut pupuk kandang cair.

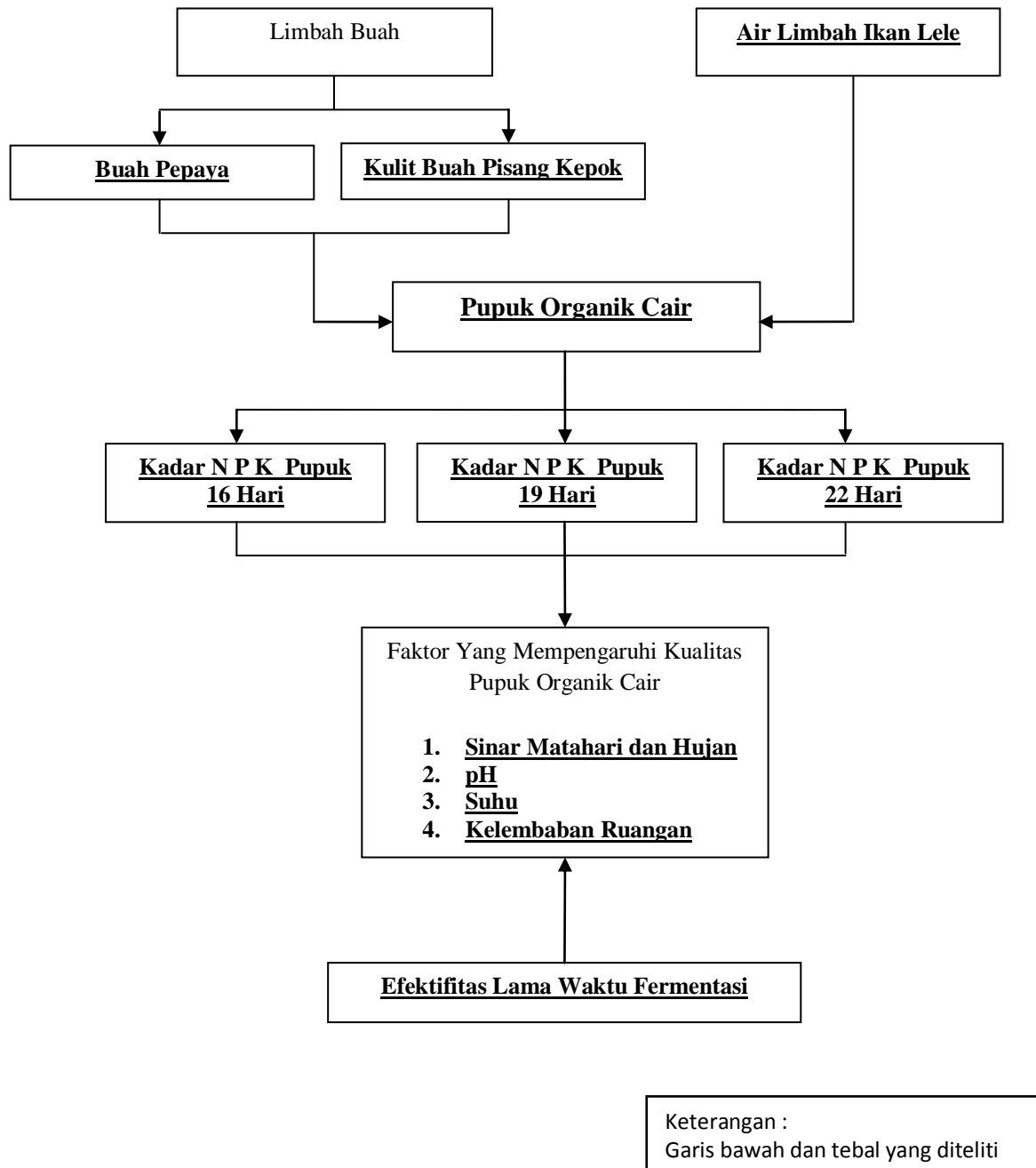
Berdasarkan Lingga dan Marsono (2013), pupuk kandang dibagi menjadi pupuk panas dan pupuk dingin. Pupuk lebih cepat terurai membentuk panas disebut pupuk panas. Sementara pupuk dingin adalah pupuk dengan penguraian lebih lambat sehingga tidak membentuk panas.

G. Kerangka Teori



Gambar 3. Kerangka Teori

H. Kerangka Konsep



Gambar 4. Kerangka Konsep

I. Hipotesis

1. Hipotesis Mayor

Efektivitas lama waktu fermentasi terhadap kadar N, P, dan K pada pengolahan pupuk organik cair dengan pemanfaatan limbah buah dan air budidaya ikan lele.

2. Hipotesis Minor

- a. Lama waktu fermentasi 16 hari efektif terhadap kadar N, P, dan K sesudah dilakukan pengolahan pupuk organik cair.
- b. Lama waktu fermentasi 19 hari efektif terhadap kadar N, P, dan K sesudah dilakukan pengolahan pupuk organik cair.
- c. Lama waktu fermentasi 22 hari efektif terhadap kadar N, P, dan K sesudah dilakukan pengolahan pupuk organik cair.
- e. Terdapat lama waktu fermentasi yang paling efektif sesudah dilakukan pengolahan pupuk organik cair limbah buah dan air budidaya ikan lele dengan lama waktu fermentasi 16 hari, 19 hari dan 22 hari berdasarkan kadar N, P dan K.