

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Landasan Teori

1. Air Limbah Nasi

Nasi basi di rumah selalu menjadi masalah yang biasanya hanya dibuang sebagai sampah maupun dimanfaatkan sebagai pakan ternak. Satu lagi cara memanfaatkan nasi basi yakni dengan membuat bioaktivator. Bahan-bahan yang dipakai guna membuat bioaktivator ini sangat sederhana, yakni nasi basi, air, serta gula pasir¹. Air limbah nasi tersebut didapatkan dari hasil fermentasi nasi busuk yang menjamur dengan penambahan larutan gula. Cara pembuatannya yakni sebagai berikut:

- a. Timbang nasi sebanyak 1 kg, kemudian masukkan nasi basi ke dalam wadah serta biarkan nasi selama 5 hari sampai nasi benar-benar basi sampai keluar jamur kuning-oranye. nasi itu diletakkan di tempat terbuka yang terhindar dari sinar matahari dengan tujuan agar nasi tidak mengering atau nasi bisa diletakkan di pinggir ruangan selama baunya tidak mengganggu unsur lingkungan.
- b. Nasi yang sudah ada jamurnya kemudian diberi tambahan pengaturan gula pasir dengan perbandingan 1 liter air : 5 sendok makan gula pasir. Susunan gula pasir serta nasi dicampur hingga rata, kemudian adonan tersebut ditutup serta selanjutnya dibiarkan selama 2 hari. Gula di sini dipakai sebagai nutrisi

¹ M. Aman Yaman serta M. Agric, *Teknologi Penanganan, Pengolahan Limbah Ternak serta Hasil Sampling Peternakan*, Banda Aceh: Tim Syiah Kuala University Press, 2019, hlm 79-80

guna pertumbuhan mikroorganisme yang terkandung dalam nasi. Sementara itu, nasi basi dimanfaatkan guna kultur mikroorganisme (*starter*) guna pembuatan pupuk cair alami.

- c. Setelah nasi ditutup selama 2 hari, wadah harus dibuka sambil dikocok dengan tujuan agar kombinasi nasi basi serta gula tercampur rata. Ketika proses pengocokan, bagian atas wadah harus dibuka sehingga kandungan gas yang terjadi karena interaksi pematangan bisa keluar serta tegangan dalam wadah berkurang. Kemudian campuran tersebut dipisahkan menggunakan saringan santan serta larutan yang telah matang dimasukkan ke dalam botol 1500 mL. Air yang telah matang kemudian dimasukkan ke dalam wadah 1000 mL serta diberi sedikit lubang pada tutup tabung guna keluar masuknya udara, karena mikroorganisme pada dasarnya pula membutuhkan oksigen selama siklus hidupnya. Air fermentasi bisa dipakai pupuk jika larutan mempunyai bau seperti alkohol. Ampas nasi yang berlebih bisa dimanfaatkan kembali dengan menambahkan susunan gula, karena setiap bahan makanan yang mengandung glukosa bisa difermentasikan serta dijadikan untuk bahan pembuatan pupuk cair alami².

Pupuk oraganik cair yakni hasil dari pembusukan bahan oraganik mulai dari sisa-sisa makhluk hidup, endapan tumbuhan, yang mengandung lebih dari satu komponen. Keuntungan dari pupuk organik yakni mereka bisa mengatasi kekurangan hara dengan cepat, tidak berisiko dalam pencucian hara, serta pula bisa

² Ni Putu Sriundiyati, dkk, *Pemanfaatan Nasi busuk sebagai Pupuk Organik Cair serta Aplikasinya guna Pemupukan Tanaman Bunga Kertas (Bougenvillea spectabilis)*, Palu: FKIP Universitas Tadaluko Jurnal Akad.Kim 2 (4), 2013, hlm 188-189

menyediakan hara dengan cepat. Jika dibandingkan dengan pupuk anorganik, pupuk cair alami pada umumnya tidak merusak tanah serta tanaman meskipun telah dipakai dalam jangka waktu yang lama. Selain itu, pupuk ini pula mempunyai bahan pengikat sehingga susunan pupuk yang diaplikasikan pada permukaan tanah bisa langsung dipakai oleh tanaman.³

Air fermentasi nasi basi dengan gula mengandung hara yang sangat halus yang secara efektif dikonsumsi oleh tanaman, bahkan oleh daun maupun batang. Proses fermentasi nasi basi melibatkan mikroorganisme. Fermentasi yakni proses perubahan kimia dalam substrat organik melalui pergerakan enzim yang disampaikan oleh mikroorganisme. Mikroorganisme lokal yang dikenal di pasaran yakni *Effective Microorganism 4* (EM4) bokhasi buatan Jepang. EM4 ini mengandung sejumlah besar mikroorganisme fermentasi, sekitar 80 genus serta mikroorganisme ini dipilih yang bisa bekerja dengan efektif dalam fermentasi bahan organik. Dari banyak mikroorganisme ada lima kelompok utama, menjadi mikroba fotosintetik spesifik, *Lactobacillus* sp., *Saccharomyces* sp., *Actini-mycetes* sp. pula Jamur Fermentasi.

Nasi yang sudah busuk dalam waktu lima hari ini karena pertumbuhannya diakibatkan jamur flora temofilik yang bisa muncul dalam waktu 5-10 hari. Parasit ini berperan guna menguraikan bahan organik, serta setelah beberapa waktu proses dekomposisi ini berjalan secara bertahap, yang terindikasi oleh perubahan zat

³ Sukanto Hadisuwito, *Membuat Pupuk Organik Cair*, Jakarta: PT AgroMedia Pustaka, 2012, hlm 18

organik yang kompleks menjadi cairan koloid yang mengandung besi, nitrogen serta kalsium yang pada akhirnya bisa menjadi pupuk.

Karbohidrat hendak melalui siklus hidrolisis oleh organisme selulosa dengan bantuan senyawa selulosa menjadi selubiosa. Kemudian, pada saat itu, selulosa ini dihidrolisis kembali menjadi D-glukosa yang akhirnya difermentasi menjadi asam laktat, etanol, CO₂ serta H₂O. Organisme amilolitik hendak membuat senyawa amilase yang berperan dalam mengubah karbohidrat menjadi glukosa. Air proses fermentasi mempunyai fungsi untuk perkembangan bakteri serta bekerja sebagai pelarut. Mikroorganisme digunakan sebagai komponen habitat alam yang berfungsi serta berperan penting mendukung terlaksananya pertanian ramah lingkungan melalui berbagai proses yakni dekomposisi bahan organik, mineralisasi senyawa organik, fiksasi hara, pelarut hara, denitrifikasi, serta nitrifikasi.

Pupuk Organik cair (POC) yang mengandung alkohol bisa membantu sterilisasi pada tanaman dengan mengurangi serta menghentikan perkembangan mikroorganisme yang menghambat tumbuhnya mikroba, terutama pada daun serta batang. Cairan alfatik digolongkan sebagai pengontrol perkembangan yang bisa mempengaruhi metabolisme tanaman dengan memperluas laju fotosintesis melalui perluasan kandungan klorofil daun serta mengendalikan perkembangan stomata. Pupuk organik cair yang mengalami reaksi perombakan protein menjadi asam amino (osmosis) yang kemudian menjadi gas alkali yang menimbulkan bau busuk. Gas amoniak yang berbau ini hendak bereaksi dengan air serta berubah menjadi

amonium (NH_4^+) yang bisa diakses secara efektif oleh mikroorganisme serta tanaman (proses aminifikasi).⁴

Pemanfaatan pupuk kandang sebagai bagian penting dalam mengatasi kekurangan nutrisi dalam pertanian serta aman bagi lingkungan, salah satunya yakni pemanfaatan Mikroorganisme Lokal (MOL) sebagai nutrisi agar tanah subur.

MOL (Mikroorganisme Lokal)

MOL yakni cairan yang mengandung bahan-bahan yang terdiri dari bahan-bahan organik yang ada di sekitar kita serta diperoleh dengan mudah tanpa menghabiskan banyak uang. Pekerjaan mol sebagai bagian penting dari pupuk, mikroorganisme bermanfaat bagi tanaman serta bermanfaat sebagai pengurai bahan organik dari limbah hortikultura, limbah dari rumah tangga serta limbah industri. Upaya guna mengatasi ketergantungan pada pupuk anorganik serta pestisida buatan harus dilakukann dengan memperluas peran mikroorganisme tanah yang dapat dimanfaatkan melalui aktivitasnya, yakni meningkatkan unsur hara tanah, meningkatkan aktivitas mikroorganisme tanah yang bermanfaat melalui aplikasi bahan organik serta meningkatkan efesiensi penyerapan unsur hara.

Mikroorganisme lokal (MOL) bisa dimanfaatkan sebagai *starter* dalam pembuatan pupuk alami yang padat maupun cair. Unsur utama mol terdiri dari beberapa bagian, yakni karbohidrat spesifik, glukosa, serta sumber mikroorganisme. Bahan dasar untuk fermentasi larutan mol salah satunya berasal dari nasi basi. Nasi basi bisa dimanfaatkan guna menyuburkan tanaman karena

⁴ Ni Putu Sriundiyati, dkk, *Pemanfaatan Nasi busuk sebagai Pupuk Organik Cair serta Aplikasinya guna Pemupukan Tanaman Bunga Kertas (Bougenvillea spectabilis)*, Palu: FKIP Universitas Tadaluko Jurnal Akad.Kim 2 (4), 2013, hlm 189-190

mengandung N 0,7%, P₂O₅ 0,4%, K₂O 0,25%, kadar air 62%, bahan organik 21%, proporsi CaO serta C/N 0,4%. 20-25. Pemanfaatan mol nasi pada tanaman tidak merusak lingkungan serta pula tidak berbahaya bagi manusia serta makhluk hidup serta bisa berfungsi sebagai pengurai serta pupuk hayati.⁵

Manfaat dari MOL yakni sebagai berikut:

- a. Memberikan unsur hara yang sangat cepat karena berupa larutan.
- b. Dapat disiramkan langsung ke tanaman sehingga sangat baik bisa tertelan melalui daun tanaman.
- c. Sebagai dekomposer ketika pengomposan.
- d. Mengontrol hama serta penyakit tanaman.
- e. Mengurangi penggunaan pestisida yang bisa menurunkan kualitas tanaman.
- f. Dengan MOL, produk organik yang rusak (nasi basi) bisa dimanfaatkan.

Bahan organik berperan penting sebagai sumber karbon, sebagai sumber makanan, sebagai sumber energi guna membantu kehidupan serta perbanyakan berbagai jenis mikroorganisme tanah. Pengurangan kandungan bahan organik membuat mikroorganisme di dalam tanah berkurang. Larutan MOL yakni hasil dari larutan fermentasi yang diproduksi dengan menggunakan sumber daya yang tersedia, mengandung unsur hara makro serta mikro, serta mengandung mikroorganisme yang bisa merombak bahan organik, memberikan rangsangan terhadap pertumbuhan, serta pengendalian hama serta penyakit tanaman sehingga sangat baik untuk dipakai sebagai pengurai, pupuk organik dan pestisida alami.

⁵ Putu Andri Purwanto, dkk, *Pengaruh Pemberian Mikroorganisme Lokal (MOL) Nasi kepada Pertumbuhan serta Produksi Tanaman Kacang Hijau (Vigna Radiata,L.)*, Sulawesi: Universitas Cokroaminoto palipo Prosiding Seminar Nasional Volume 04 Nomor 01, 2019, hlm 306

Larutan MOL harus berkualitas baik guna meningkatkan kesuburan tanah serta perkembangan tanaman secara berkelanjutan. Kualitas yakni tingkat yang menunjukkan sekumpulan karakteristik serta memenuhi ukuran tertentu. Unsur-unsur yang menentukan kualitas MOL yakni media fermentasi, tingkat komponen maupun substrat yang tidak dimurnikan, bentuk serta sifat mikroorganisme aktif di dalam proses fermentasi, pH, suhu, waktu fermentasi, serta rasio C/N.⁶

2. Air Limbah Industri Tempe

Tempe yakni sumber nutrisi B. Memang, bahkan tempe yakni sumber utama nutrisi B12 dari varietas makanan nabati (pada umumnya nutrisi B12 hanya terdapat pada varietas makanan hewani). Maka dari itu, para vegan menjadikan tempe sebagai pengganti daging. Berbagai nutrisi yang terkandung dalam tempe yakni B2, B6, B1, niasin, korosif folat, serta korosif pantotenat. Zat mineral skala makro dan mikro terbesar dalam tempe secara individu yakni mangan, tembaga, fosfor, magnesium, besi, kalium, kalium, serta seng.⁷ Tempe yakni makanan yang diproduksi menggunakan biji kedelai maupun beberapa bahan tambahan lainnya yang dibuat melalui siklus fermentasi dengan mencampur ragi tempe. Tempe dibuat dengan mematangkan kedelai dengan parasit *Rhizopus oligosporus*. Melalui sistem fermentasi, biji kedelai mengalami proses penguraian menjadi campuran langsung yang tidak sulit diproses. Berbeda dengan varietas makanan kedelai tradisional lainnya yang biasanya berasal dari Cina maupun Jepang, tempe berasal dari

⁶ Danang Dwi Prasetyo, *Uji Efektivitas Mikroorganisme Lokal dari Tomat Busuk, Nasi Basi, Bonggol Pisang, sebagai Starter dalam Pembuatan pupuk Organik Desa Dagangan Madiun*, Madiun: Stikes Bhakti Husada Mulia Program Studi Kesehatan Masyarakat, 2018, hlm 35-36

⁷ Ruhil Rosania, *Pengaruh Konsentrasi serta Frekuensi Penyiraman Air Limbah Tempe sebagai Pupuk Organik kepada Pertumbuhan serta Hasil Tomat*, Malang: Universitas Negeri Malang FAkultas Sains serta Teknologi, 2008, hlm 38.

Indonesia. Namun, tidak jelas kapan periode produksi tempe dimulai. Meski demikian, makanan adat ini sudah dikenal cukup lama, khususnya di kalangan masyarakat Jawa. "Tempe" berasal dari bahasa Jawa kuno. Pada zaman dahulu ada makanan putih yang dibuat dari tepung sagu yang disebut "tumpi", tempe baru yang pula berwarna putih mempunyai kemiripan dengan makanan tumpi. Biasanya, tempe mengandung senyawa aktif yang yakni, berbagai lemak, mineral, protein nabati, serat makanan, gula, nutrisi pelarut air yang berbeda hingga larut minyak, serta banyak lainnya. Dalam 100 gram tempe mengandung 20,8 gram protein, 8 lemak, 8 gram, 1,4 gram serat, 15 miligram kalsium, 326 miligram fosfor, 4 miligram zat besi, 0,19 miligram zat gizi B1, serta 34 mikrogram karoten.⁸

Pembuatan tempe pada prinsipnya dibuat dengan cara melakukan fermentasi pada biji kedelai dengan jamur *Rhizopus oligosporus*, serta penambahan bahan-bahan lain yang diperlukan. Pada dasarnya, cara pembuatan tempe yang paling umum terdiri dari dua bagian penting, yakni dengan memasak kedelai serta kemudian dilanjutkan dengan siklus pematangan. Dalam pembuatan tempe modern limbah ada hal-hal yang harus dipikirkan, yakni karakter kimia dan fisika. Karakter fisika terdiri dari padatan, kelengkapan, suhu, serta aroma. Temperatur yang memancar dalam usaha tempe berasal dari proses pemasakan kedelai. Temperatur limbah cair tempe sebagian besar lebih tinggi dari temperatur air, yakni 40°C sampai 46°C. Kenaikan suhu di lingkungan perairan dapat membawa kehidupan

⁸ Genhard Manurug, dkk, *Pelatihan Usaha Tahu-Tempe*, Jakarta: Amerta Publishing, 2014, hlm 12

biologis, kelarutan oksigen serta gas yang berbeda, ketebalan air, konsistensi, serta tekanan permukaan.

Sedangkan kualitas zat terdiri dari bahan alam, bahan anorganik, serta gas. Bahan organik yang terkandung dalam limbah industri tempe sebagian besar sangat tinggi. Campuran alami yang ada dalam air limbah bisa berupa protein, gula, lemak, serta minyak. Protein mencapai 40% - 60%, gula 25% - 50%, serta lemak 10%. Semakin banyak jumlah serta jenis bahan organik maka semakin banyak pula limbah yang dihasilkan serta semakin sulit dikelola, karena ada beberapa zat yang sulit dipisahkan oleh mikroorganisme dalam air limbah industri tempe. guna menentukan berapa banyak bahan alam, beberapa prosedur pengujian seperti *Biological Oxygen Demand* (BOD) dan *Chemical Oxygen Demand* (COD). Pengujian yang sering dipakai guna menentukan derajat pencemaran bahan alam yakni BOD.

Pada usaha industri tempe, sebagian besar limbah cair dihasilkan dari proses pemasakan serta pencucian kedelai. Sifat limbah cair yang disampaikan yakni sebagai bahan organik padatan tersuspensi. Limbah pengolahan tempe yang diperoleh dari komponen kedelai, baik berupa kacang kedelai kupas maupun limbah cair berupa air rebusan bisa dimanfaatkan guna bahan makanan ikan. Manfaat dari limbah pengolahan limbah tempe lebih tinggi daripada sisa tahu. Nilai gizi yang terkandung yakni 8,66% protein, 3,79% lemak, serta 51,63% air⁹.

⁹ Ruhil Rosania, *Pengaruh Konsentrasi serta Frekuensi Penyiraman Air Limbah Tempe sebagai Pupuk Organik kepada Pertumbuhan serta Hasil Tomat*, Malang: Universitas Negeri Malang FAKultas Sains serta Teknologi, 2008, hlm 39

Sifat limbah cair dari usaha tempe bergantung pada siklus yang dimanfaatkan. Dengan asumsi air yang besar, maka pada saat itu kandungan bahan organik dalam air limbah biasanya rendah. Umumnya konsentrasi partikel hidrogen dalam bisnis tempe bersifat asam. Bagian terbesar dari limbah cair tempe yakni (N-absolut) sebesar 226,06 – 437,78 mg/l. Dengan tujuan agar limbah cair tempe yang masuk ke perairan hendak menghasilkan nitrogen di perairan tersebut. Gas-gas yang biasa ditemukan pada limbah tempe yakni gas nitrogen (N_2), oksigen (O_2), hidrogen sulfida (H_2S), amonia (NH_3), karbon dioksida (CO_2), serta metana (CH_4). Gas-gas tersebut berasal dari kerusakan bahan organik yang terkandung dalam air limbah industri tempe yang terbang percuma¹⁰

Proses pembuatan tempe menghasilkan bahan sisa buangan maupun limbah. Limbah yang dihasilkan pada proses pembuatan tempe yakni limbah padat serta limbah cair.

1) Limbah Padat

Limbah padat pada industri tempe terdiri dari limbah kering serta basah. Limbah padat kering terdiri dari kotoran yang ikut tercampur dengan kedelai seperti batu, kulit kedelai, serta kedelai yang rusak, limbah padat kering umumnya lebih mudah diawasi serta tidak menimbulkan masalah besar. Limbah yang padat ditangani dengan cara dikonsumsi maupun ditimbun di dalam tanah. Sementara itu, limbah padat basah bisa berupa kulit kedelai setelah direbus dan direndam. Limbah

¹⁰ Nusa Idaman Said serta Heru Dwi Wahojono, *Teknologi Pengelolaan Air Limbah Tahu-Tempe dengan Proses Biofilter Anaerob serta Aerob*, Jakarta: Badan Pengkajian serta Penerapan Teknologi, 1999, hlm 301

ini sebagian besar berbau busuk dan asam. Limbah padat basah berupa sekam kedelai bisa dimanfaatkan sebagai campuran pakan ternak serta pupuk tanaman.

2) Limbah Cair

Limbah cair industri tempe yakni air yang dipakai guna mencuci, memercik, serta merebus kedelai. Limbah ini pula berbau busuk serta busuk yang semakin lama semakin menyengat. Limbah cair ini bisa menyebabkan pencemaran yang sangat berat karena mengandung sejuta racun alam. Dari beberapa hasil pemeriksaan, pengelompokan *Chemical Oxygen Demand* (COD) pada air limbah industri tempe modern sangat tinggi, berkisar antara 7000-10000 ppm, serta mempunyai kekentalan yang rendah, khususnya pH 4-5. Dengan kondisi tersebut, air limbah industri tempe bisa menjadi sumber pencemaran ekologis. Selama ini pengolahan air limbah industri tempe sebagian besar dilakukan dengan membuat penampungan sehingga terjadi interaksi anaerobik. Dengan siklus alami anaerobik, kandungan racun alami dalam air limbah industri tempe bisa dikurangi. Namun, dengan siklus ini, kemampuan penanganannya kira-kira 50-70%. Dengan demikian, dengan asumsi pengelompokan COD dalam air limbah yakni 7000 ppm, maka pada saat itu kadar COD yang keluar masih sangat tinggi, yakni sekitar 2100 ppm, sehingga bagaimanapun pula bisa menjadi sumber pencemaran alam.¹¹

Kandungan Air Limbah Industri Tempe

Air limbah industri tempe di bisnis rumahan dibuang begitu saja yang bisa menimbulkan beberapa masalah bagi lingkungan. Karena pada umumnya bisnis

¹¹ Nusa Idaman Said serta Heru Dwi Wahojono, *Teknologi Pengelolaan Air Limbah Tahu-Tempe dengan Proses Biofilter Anaerob serta Aerob*, Jakarta: Badan Pengkajian serta Penerapan Teknologi, 1999, hlm 303

rumahan membuang air limbahnya langsung ke saluran pembuangan maupun saluran air tanpa penanganan terlebih dahulu. Hal ini dikarenakan masih banyak para ahli yang belum memahami pentingnya menjaga kebersihan lingkungan serta tingkat keuangan daerah yang masih rendah, sehingga penanganan sampah menjadi beban yang sangat berarti bagi mereka. Meski demikian, keberadaan bisnis tempe harus selalu dijunjung tinggi oleh masyarakat setempat maupun pejabat publik, mengingat tempe adalah makanan yang disukai oleh hampir semua tingkatan budaya Indonesia¹². Tempe cukup disukai karena mempunyai manfaat yang tinggi. Berbagai penelitian yang telah dilakukan menyebutkan kalau tempe mengandung komponen lemak tak jenuh, nutrisi, mineral, serta penguat sel¹³.

Selain itu, air limbah industri tempe dari proses pencucian, perendaman kedelai mengandung suplemen dasar yang tak terhitung jumlahnya, terutama nitrogen, yang sangat dibutuhkan oleh tanaman¹⁴. Rendaman 50 kg kedelai dapat menimbulkan limbah yang banyak mengandung nitrogen, yakni sekitar 1,5% protein yang dipecah. Pencemaran lingkungan yang terjadi karena penanganan limbah cair yang tidak tepat dari usaha tempe bisa ditanggulangi dengan memanfaatkan limbah secara ideal sebagai sumber daya yang berkelanjutan, terutama dalam memperluas produksi pertanian. Salah satu upaya pemanfaatan limbah cair usaha tempe yakni dengan memanfaatkannya sebagai pupuk, karena

¹² *Ibid*, hlm 303-304

¹³ Tim Penyusun POSINDO, *Tempe: Persembahan Indonesia guna Dunia*, Jakarta: Badan Standarisasi Nasional, 2012, hlm 4

¹⁴ Zuchrotus Salamah, dkk, *Pemanfaatan Limbah Cair Industri Tempe guna Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman Kangkung Darat (Ipomea Reptans Poir) Kultivar Kencana*, Yogyakarta: FKIP UAD, 2009, hlm 280-281

limbah cair usaha tempe mengandung campuran alami seperti lemak, lemak, serta protein yang sangat dibutuhkan oleh tanaman.

Unsur hara yakni bagian penting dalam pertumbuhan tanaman, banyak unsur hara tersedia di alam, sehingga tanaman bisa melibatkan untuk kebutuhan metabolismenya. Namun ketersediaan hara di tempat-tempat tertentu tidaklah sama, ada yang mempunyai unsur yang cukup sehingga perkembangan tanaman bagus, namun ada pula yang hilang sehingga perkembangan tanaman menjadi terhambat. Khusus tanaman yang sudah berkembang, kebutuhan hara sangat tinggi, karena lahan maupun tempat yang sama di mana tanaman tertentu ditanam membutuhkan komponen yang sama. Sementara itu, persediaan unsur hara di alam terus berkurang karena dikonsumsi oleh tanaman yang dikembangkan, sehingga guna mencukupi kebutuhan hara dilakukan dengan cara menambahkan pupuk dengan jumlah yang cukup. Unsur hara dibagi menjadi dua, yakni esensial dan non esensial. Unsur hara esensial yakni unsur hara yang mendasar serta diperlukan guna pengembangan serta pertumbuhan tanaman. Unsur hara nonesensial ini terdiri dari mikro dan makro. Unsur mikro yakni komponen yang dibutuhkan tanaman dalam jumlah sedang, sedangkan makro yakni komponen yang penting serta dibutuhkan tanaman dalam jumlah yang sangat besar. Unsur hara makro terdiri dari nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K), kalsium (Ca), magnesium (Mg), serta belerang (S)¹⁵.

Pada dasarnya, limbah cair dari bahan organik bisa dimanfaatkan sebagai pupuk. Sama seperti limbah padat organik, limbah cair banyak mengandung unsur

¹⁵ Ir. Suharjo, *Sistem Pertanian Berkelanjutan*, Surabaya: Meedia Sahabat Cendekia, 2019, hlm 2-3

hara, khususnya N, P, K dan bahan organik lainnya. Penggunaan pupuk dari limbah ini dapat membantu memperbaiki struktur dan kualitas tanah. Dari sebuah penelitian di China menunjukkan penggunaan limbah cair organik mampu meningkatkan produksi pertanian 11% lebih tinggi dibandingkan dengan menggunakan bahan organik lain. Bahkan di China penggunaan pupuk kimia sintetik untuk pupuk dasar mulai tergeser dengan keunggulan pupuk cair organik.

Unsur penting pertama yakni nitrogen (N). Nitrogen diperlukan bagi pertumbuhan tanaman sebagai konstituen (bagian penting) dari protein serta semua protoplasma. Nitrogen diambil tanaman sebagai ion amonium maupun ion nitrat, tetapi nitrat yang diadsorpsi segera berkurang yang kemungkinan diubah menjadi amonium melalui enzim yang mengandung molibden. Ion amonium serta beberapa karbohidrat yang disintesis di daun diubah menjadi asam amino terutama dalam daun hijau. Bila dihasilkan protein yang tinggi menyebabkan daun pada tanaman tumbuh melebar, dengan demikian daun tersebut hendak mempunyai permukaan yang lebih lebar guna melakukan fotosintesis. Selain daun, tugas utama nitrogen bagi tanaman yakni guna menggerakkan pertumbuhan secara umum, terutama batang serta cabang. Kapasitas lain yakni guna membentuk lemak serta campuran yang berbeda.

Komponen berikutnya yakni fosfor yang diperlukan sebagai ortofosfat, fosfor memainkan peran mendasar dalam respon senyawa yang bergantung pada fosforilasi. Fosfor yakni bagian penting dalam inti sel, yang diperlukan dalam pembelahan sel serta perbaikan jaringan meristem di tempat perkembangan tanaman. Fosfor merangsang perkembangan akar, terutama benih serta tanaman

muda. Tanaman yang membutuhkan fosfor hendak membuat kerangka akar menjadi terhambat. Tanaman yang kekurangan fosfor hendak menyebabkan berkurangnya cabang, susunan daun serta buah berkurang, warna daun menjadi hijau keabu-abuan kusam, warna merah muncul di dasar daun. Tumbuhan yang kekurangan fosfat pada dasarnya, bila ditambah dengan fosfat, perkembangan tumbuhan tersebut hendak cepat serta pemasakan akan cepat¹⁶. Demikian juga, fosfor pula berfungsi sebagai zat alami dalam pengaturan protein spesifik yang membantu penyerapan serta pernapasan, seperti mempercepat pembungaan, pematangan biji, serta produk organik¹⁷.

Unsur ketiga yakni kalium yang fungsinya berbeda dengan nitrogen serta karbon. Kalium bukan konstituen (bagian penting) dari jaringan tanaman, tetapi berada dalam keadaan larut pada cairan sel serta mempunyai peran penting dalam metabolisme. Kalium memainkan peran penting dalam menyintesis asam amino serta protein dari partikel amonium serta selanjutnya dalam menyintesis lemak, serta sebagainya. Banyak unsur hara yang berbeda ditemukan di bagian tanaman yang aktif dalam pembelahan sel dalam siklus perkembangan. Bahan kering dari tanaman sekitar 0-5%-4%, kalium biasanya dinyatakan dengan K₂O. Kalium pula penting dalam proses fotosintesis serta kekurangan K pula bisa menurunkan kemampuan asimilasi CO₂. Kalium pula berperan dalam memperkuat tubuh

¹⁶ Y. Wartaya Winangun, *Membangun Karakter Petani Organik serta Sukses dalam Era Globalisasi*, Yogyakarta: Kanisius, 2005, hlm 74

¹⁷ Pinus Linga serta Mrsono, *Petunjuk Penggunaan Pupuk*, Jakarta: Penebar Swadaya, 2008, hlm 8

tanaman sehingga daun, bunga, serta bahan alami tidak rontok. Secara khusus, kalium yakni sumber kekuatan bagi tanaman pada musim kemarau¹⁸.

Komponen keempat yakni kalsium, kalsium dibutuhkan oleh tanaman guna perkembangan meristem, terutama sesuai perkembangan serta kapasitas ujung akar (merangsang pembentukan bulu-bulu akar). Kapur dalam bentuk persenyawaan kalsium pekat menjadi konstituen dari dinding sel serta banyak terkumpul dalam daun. Tidak adanya kapur bisa menghambat susunan akar, daun, serta bagian tanaman baru lainnya. Tidak adanya kapur membuat tanaman menjadi terhambat, perkembangan panjang tanaman lambat, serta perkembangan tepi daun terhambat sehingga daun melintir.

Unsur yang selanjutnya yakni magnesium, magnesium diperlukan oleh semua tanaman yang berdaun hijau sebagai konstituen klorofil. Magnesium pula mempunyai peranan penting dalam transport fosfat pada tubuh tanaman, sehingga magnesium banyak terkumpul dalam biji tanaman yang banyak mengandung fosfat. Kekurangan magnesium seringkali terjadi pada tanah yang berpasir yang asam, maupun yang kekurangan kapur. Keadaan tanah yang kekurangan magnesium bisa diperbaiki dengan menggunakan dolomit.

Unsur yang lainnya yakni belerang, belerang yakni konstituen penting dalam bermacam-macam protein serta pula dalam minyak yang dihasilkan tanaman tertentu. Pada umumnya, tanah mengandung beberapa kilogram belerang dalam setiap hektarnya, yang larut dalam tanah serta dalam bentuk persenyawaan sulfat.

¹⁸ Pinus Lingga serta Marsono, *Petunjuk Penggunaan Pupuk*, Jakarta: Penebar Swadaya, 2008, hlm 8

Belerang berperan dalam perkembangan akar. Sulfur yakni komponen penting dalam beberapa jenis protein ibarat asam amino. Komponen ini pula membantu pengembangan tunas¹⁹.

Effective Microorganism 4 (EM4)

Effective Microorganism 4 (EM4) merupakan campuran dari mikroorganisme yang menguntungkan. Jumlah mikroorganisme fermentasi di dalam EM4 sangat banyak, sekitar 80 jenis. Mikroorganisme tersebut dipilih yang dapat bekerja secara efektif dalam menfermentasikan bahan organik. Dari sekian banyak mikroorganisme, ada lima golongan yang pokok yaitu bakteri fotosintetik, *lactobacillus* sp, *streptomices* sp, ragi (*yeast*), dan *actinomicetes*.

Efective Microorganism 4 (EM4) bagi tanaman tidak terjadi secara langsung. Penggunaan EM4 akan lebih efisien bila terlebih dahulu ditambahkan bahan organik yang berupa pupuk organik ke dalam tanah. EM4 akan mempercepat fermentasi bahan organik sehingga unsur hara yang terkandung akan terserap dan tersedia bagi tanaman, EM4 juga sangat efektif digunakan sebagai pestisida hayati yang bermanfaat untuk meningkatkan kesehatan tanaman EM4 juga bermanfaat untuk sektor perikanan dan peternakan.

Kelebihan dari EM4 ini adalah bahan yang mampu mempercepat proses pembentukan pupuk organik dan meningkatkan kualitasnya. Selain itu, EM4 mampu memperbaiki struktur tanah menjadi lebih baik serta menyuplai unsur hara yang dibutuhkan tanaman. Kegiatan atau manfaat masing-masing mikroorganisme yang terkandung di dalam EM4 di dalam tanah adalah sebagai berikut :

¹⁹ *Ibid*, hlm 9

- a. Bakteri fotosintetik (*Rhodospseudomonas* sp)
- b. Bakteri asam laktat (*Lactobacillus*)
- c. *Streptomyces* s.p
- d. *Actinomyces*
- e. Ragi/*yeast*

Manfaat EM4²⁰:

- a. Menghambat pertumbuhan hama dan penyakit tanaman dalam tanah.
- b. Membantu meningkatkan kapasitas fotosintesis tanaman.
- c. Meningkatkan kualitas bahan organik sebagai pupuk.
- d. Meningkatkan kualitas pertumbuhan vegetatif dan generatif tanaman.

Mikroorganisme yang terdapat di dalam EM4 secara genetika bersifat asli bukan rekayasa. Umumnya EM4 dapat dibuat sendiri dengan menggunakan bahan-bahan yang mudah didapat. Untuk mempercepat proses pengomposan umumnya dilakukan dalam kondisi aerob karena tidak menimbulkan bau. Namun, proses mempercepat proses pengomposan dengan bantuan *effective microorganisms* (EM4) berlangsung secara anaerob (sebenarnya semi anaerob karena masih ada sedikit udara dan cahaya). Dengan metode ini, bau yang dihasilkan ternyata dapat hilang bila proses berlangsung dengan baik. Jumlah mikroorganisme fermentasi di dalam EM4 sangat banyak sekitar 80 genus. Dari sekian banyak mikroorganisme, ada 5 golongan yang pokok, yaitu Bakteri fotosintetik, *Lactobacillus* sp., *Streptomyces* sp., ragi (*yeast*), dan *Actinomyces*. Dalam proses fermentasi bahan

²⁰ Thoyib Nur, dkk, *Pembuatan Pupuk Organik Cair dari Sampah Organik Rumah Tangga dengan Bioaktivator EM4*, Kalimantan Selatan: Konversi, Volume 5 No. 2, 2016, hlm 46-47

organik, mikroorganisme akan bekerja dengan baik bila kondisinya sesuai. Proses fermentasi akan berlangsung dalam kondisi semi anaerob, pH rendah (3-4), kadar garam dan kadar gula tinggi, kandungan air sedang 30-40%, adanya mikroorganisme fermentasi, dan suhu sekitar 40-50°C. Mikroorganisme yang terdapat dalam EM4 memberikan pengaruh yang baik terhadap kualitas pupuk organik, sedangkan ketersediaan unsur hara dalam pupuk organik sangat dipengaruhi oleh lamanya waktu yang diperlukan bakteri untuk mendegradasi sampah.

3. Pertumbuhan Tanaman

a. Pengertian Pertumbuhan Tanaman

Setiap tanaman mengalami perkembangan dari kecil menjadi besar serta terbentuk dari zigot menjadi organisme baru yang kemudian menjadi tanaman dewasa yang mempunyai seikat akar, batang, serta daun. Perkembangan yakni salah satu kualitas yang digerakkan oleh makhluk hidup. Perkembangan dicirikan sebagai proses perluasan ukuran maupun volume serta selanjutnya jumlah sel, dalam interaksi ini tidak bisa kembali ke keadaan awal maupun disebut *irreversible*. Pengembangan menunjukkan peningkatan ukuran dengan membuang konsep yang diidentifikasi dengan perubahan kualitas, misalnya kedewasaan tidak relevan dengan pengertian proses pertambahan. Perkembangan bisa dicontohkan sejauh volume, massa, maupun berat (basah maupun kering)²¹. Guna melihat perkembangan yang terjadi pada tumbuhan dilengkapi dengan perkiraan pada

²¹ Fauziyah Harahap, *Fisiologi Tumbuhan: Suatu Pengantar*, Medan: Unimed Press, 2012, hlm 36-37

tingkat sel, jaringan, organ maupun tubuh pada rentang waktu tertentu. Perkembangan pada tingkat sel bisa diperkirakan dengan memperluas panjang, volume maupun kecepatan pembelahan, sedangkan pada tingkat organ bisa memanfaatkan batas-batas massa (berat kering serta berat basah), panjang maupun tinggi, luas permukaan maupun volume. Perkembangan biasanya diikuti oleh penyesuaian bentuk²².

b. Faktor-faktor Lingkungan yang Mempengaruhi Pertumbuhan Tanaman

Tumbuhan yang berkembang mengalami proses fotosintesis serta bernafas secara konsisten, baik secara langsung maupun tidak langsung. Kedua siklus dipengaruhi oleh faktor lingkungan. Variabel-variabel tersebut dibagi menjadi dua, yakni faktor biotik serta abiotik.

- 1) Faktor Abiotik
 - a) Kesuburan Tanah

Tanaman membutuhkan 16 nutrisi, 13 nutrisi didapatkan langsung dari tanah, khususnya mineral. Komponen dasar yang dibutuhkan tanaman dalam jumlah besar disebut komponen makro seperti, N, P, K, S, Ca, serta Mg. Sedangkan nutrisi yang dibutuhkan dalam jumlah terbatas disebut komponen mikro, khususnya Bo, Co, Cl, Mn, Mo, Zn, serta Fe. Selanjutnya, komponen C, H, serta O tambahan diperlukan yang bukan suplemen mineral, melainkan diperoleh dari CO₂ serta H₂O. Apabila

²² Isnaini Nurwahyuni,dkk, *Fisiologi Tumbuhan*, Sumatera: Universitas Sumatera, 2016, hlm 17

media pupuk yang dipakai tidak mengandung komponen-komponen tersebut, bisa ditambahkan melalui perlakuan pemupukan.

b) Cahaya Matahari

Cahaya matahari mempengaruhi perkembangan tanaman melalui tiga sifat, yakni kekuatan cahaya, kualitas cahaya (frekuensi) serta jangka waktu penyiraman (panjang hari). Pengaruh ketiga sifat cahaya tersebut kepada perkembangan tanaman yakni melalui pengaturan klorofil, pembukaan stomata, perkembangan antosianin (warna merah) perubahan suhu daun maupun batang, penyerapan suhu, porositas pembagi sel, terjadinya, serta perkembangan protoplasma.

c) Curah Hujan

Curah hujan yakni faktor yang bisa mempengaruhi dalam peningkatan produksi hijauan. Curah hujan bisa berdampak negatif bagi tanaman apabila jumlah curah hujan berlebihan²³.

d) Ketersediaan Air

Ketiadaan air yakni salah satu unsur yang membuat hasil panen sayuran menjadi rendah karena dapat merugikan tanaman, baik secara langsung maupun tidak. Secara langsung tumbuhan akan stres selama proses pertumbuhan. Demikian pula jumlah panen berkurang, seperti terjadinya kelainan bentuk pada tomat maupun terong. Dampaknya ialah menurunnya kandungan kalsium yang bisa menyebabkan ujung daun sawi putih, caisim, serta pakchoi menjadi berwarna kecoklatan. Kandungan air pada tumbuhan sayuran mencapai 80-95% serta sekitar

²³ Susanti,dkk, *Pertumbuhan serta Nisbah Kesetaraan Lahan (NKL) Koro Pedang (Canavalia ensiformis) dalam Tumpang Sari dengan Jagung (Zea mays)*, Semarang: Jurnal Agromedia Volume 3 Nomor 2, 2014 , hlm 43

5-20% dipakai guna interaksi fotosintesis. Sebagian besar makanan yang ditanam dari sayuran tanah mengandung lebih banyak air daripada tanaman umbi-umbian. Kandungan air dari sayuran lezat bisa lebih dari 90%.

e) Temperatur

Suhu yakni komponen alami yang bisa mengambil bagian langsung maupun menyimpang dalam perkembangan tanaman. Diasumsikan sebagai bagian langsung karena suhu mengontrol laju siklus senyawa dalam tubuh tumbuhan, sementara secara tidak langsung memengaruhi berbagai faktor, misalnya, suplai air. Kisaran ketahanan suhu guna tanaman bervariasi. Tanaman tropis, misalnya, semangka tidak bisa hidup di bawah suhu 15-18°C, sedangkan tanaman biji-bijian tidak bisa hidup di bawah suhu 2-5°C.

2) Faktor Biotik

Ada banyak jenis makhluk hidup di tanah. Entitas organik ini dibagi menjadi tiga kelompok penting, yakni organisme yang memberi untung, merugikan, serta entitas organik yang tidak memberi untung dan tidak memberikan kerugian. Jenis makhluk hidup yang memberikan untung antara lain ulat, belalang, jangkrik, lebah madu, serangga bawah tanah, rayap, lipan, protozoa, nematoda, bakteri *Rhizobium* sp., *Azobacter* sp., *Clostridium pasteurianum*, mikoriza, serta *algae* maupun *Azolla*²⁴.

²⁴ Temmy Desliyarni, dkk, *Vertikultur Teknik Bertanam di Lahan Sempit*, Jakarta: AgroMedia Pustaka, 2005, hlm 38-42

4. Tanaman Tomat

a. Morfologi Tanaman Tomat

Berdasarkan ilmu tumbuhan maupun botani, tomat diklasifikasikan ke dalam golongan berikut:

Kingdom	: Plantae (tumbuh-tumbuhan)
Divisi	: Spermatophyta (tumbuhan berbiji)
Subdivisi	: Angiospermae (berbiji tertutup)
Kelas	: Dicotylodena (biji berkeping sati)
Ordo	: Tubiflorae
Famili	: Solanaceae
Genus	: Lycopersicum
Species	: <i>Lycopersicum esculentum</i> Mill maupun <i>Lycopersicon lycopersicum</i> (L) ²⁵

Tanaman tomat ini terdiri dari akar, batang, daun, bunga serta biji. Tanaman tomat mempunyai jenis perdu dengan tinggi tanaman yang bisa mencapai 2 meter. Tumbuhan ini mempunyai akar tunggang dengan akar samping yang menjalar ke tanah sangat mirip dengan tumbuhan dikotil lainnya. Tanaman ini yakni tanaman tahunan, artinya hanya guna satu kali panen.

Batang tomat ini cukup keras meskipun tidak sekeras tanaman yang memiliki batang keras seperti pohon. Tanaman ini mempunyai warna batang hijau serta berbentuk persegi panjang guna menyesuaikan bentuknya. Pada lapisan luar batang

²⁵ Bernardinus T. Wahyu Wiryanta, *Bertanam tomat*, Jakarta: PT Agro Media Pustaka, 2008, Hlm 6

ditumbuhi bulu-bulu halus, terutama pada bagian yang mempunyai rona hijau. Di antara rambut-rambut halus biasanya terdapat rambut-rambut kelenjar. Dalam buku bisa ada penebalan serta dalam beberapa kasus ada akar pendek di bagian bawah buku. Jika dibiarkan serta tidak dipangkas, tanaman tomat mempunyai banyak cabang yang menyebar merata.

Daun tanaman tomat ini sangat mudah dikenali karena mempunyai bentuk tertentu, yakni lonjong, kasar serta mempunyai potongan menyirip. Daun tanaman tomat ini mempunyai daun majemuk ganjil dengan jumlah daun antara 5-7. Daunnya mempunyai ukuran sekitar 15-30 cm x 10-25 cm. Tangkai pada daun majemuk panjangnya sekitar 3-6 cm. Di antara daun besar ada 1-2 daun kecil. Daun majemuk pada tanaman ini tersusun melingkar di sekitar batang.

Tanaman tomat mempunyai bunga kecil yang berwarna kuning, kuncupnya berukuran sekitar 2 cm. Pada bagian pangkalnya terdapat 5 kelopak bunga mekar yang mempunyai warna hijau. Mahkotanya mempunyai rona kuning menyilaukan yang terlihat begitu menawan dengan jumlah sekitar 6 buah yang berukuran sekitar 1 cm. Bunga pada tanaman tomat mempunyai 6 benang sari dengan kepala benang sari yang pula mempunyai warna kuning cerah.

Tomat muda biasanya mempunyai rasa yang tidak enak serta bau yang tidak sedap karena mengandung *lycopersicin* sebagai cairan tubuh serta dikeluarkan oleh 2-9 kantung cairan tubuh. *Lycopersicin* ini lama-lama menghilang. Buah yang semula hijau hendak berangsur-angsur menjadi kuning, seiring dengan sistem

pematangan, naungan hendak menjadi merah. Ukuran produk organik bermacam-macam, dengan lebar antara 2 cm sampai 15 cm, bergantung pada jenisnya²⁶.

Setiap bakal biji tomat mengandung sekitar 250-1000 bakal biji. Dari jumlah ini yang bisa menjadi benih sekitar 20-50, tergantung pada varietas, strategi pengembangan serta iklim yang berkembang. Biji tomat berbentuk seperti ginjal, mempunyai bulu, berukuran kecil dengan lebar 2-4 mm serta panjang 3-5 mm serta mempunyai warna agak kecoklatan. Jumlah biji dalam setiap tomat berubah, pada umumnya, setiap 1 kg tomat mengandung 4 g biji. Setiap 1 g biji mengandung 200-500 biji tomat. Bijinya, bila dikeringkan serta disimpan dengan benar, bisa bertahan selama 3-4 tahun²⁷.

b. Syarat Tumbuh Tanaman Tomat

Ada 2 kebutuhan guna mengembangkan tanaman tomat, yakni kondisi iklim serta kondisi tanah yang digambarkan sebagai berikut:

1) Keadaan Iklim

Tanaman tomat bisa berkembang dengan baik pada musim kemarau dengan sistem air yang cukup. Anggapan musim kemarau bisa membuat bunga berguguran, apalagi jika disertai angin kering. Jika di musim badai perkembangannya tidak bagus karena kelembaban serta suhu tinggi bisa menyebabkan banyak infeksi. Udara dingin serta es bisa menyebabkan perkembangan tanaman tomat yang tidak berdaya. Perkembangan tanaman tomat hendak sangat baik dengan asumsi udara sejuk, suhu sekitar malam hari sekitar 10°C – 20°C serta pada siang hari sekitar

²⁶ Tim Penulis PS, *Budidaya Tomat Secara Komersial*, Jakarta: Penebar Swadaya, 2009, hlm 9-10

²⁷ Setijo Pitojo, *Benih Tomat*, Yogyakarta: Penerbit Kanisius, 2005, Hlm 20

18°C –29°C. Temperatur yang terlalu tinggi pula bisa membuat produk rusak akibat terbakar matahari. Sedangkan suhu dibawah 4°C bisa menyebabkan perkembangan terhambat serta dengan asumsi suhu 0°C maka tanaman tomat tidak bisa hidup.

Tanaman tomat membutuhkan cahaya matahari yang cukup. Dengan asumsi tanaman membutuhkan siang hari, itu bisa membuat tanaman rentan kepada infeksi parasit serta non-parasit. Kekuatan siang hari sangat penting dalam pengembangan vitamin C serta karoten dalam tomat. Iklim siang hari yang ekstrim hendak menciptakan tingkat vitamin C serta karoten (provitamin A) yang lebih tinggi. Perkembangan tanaman tomat di dataran tinggi lebih unggul daripada dataran rendah, karena tanaman mendapatkan lebih banyak sinar matahari namun suhu rendah. Tetapi tidak menutup kemungkinan bahwa tanaman tomat juga dapat ditanam di dataran rendah.

2) Keadaan Tanam

Tanaman tomat bisa ditanam di berbagai jenis tanah, dari tanah berpasir hingga tanah lempung. Bagaimanapun, tanah yang ideal guna mengembangkan tanaman tomat yakni tanah lapisan atas berpasir yang subur, gembur mengandung banyak komponen unsur organik serta dapat mudah merembeskan air. Karena pupuk yang selalu tergenang air bisa membuat tanaman menjadi terhambat menjadi kerdil dan mati.

Tanaman tomat dapat tumbuh dengan baik pada tanah yang memiliki pH 6,0 – 7,0. Apabila pH tanah kurang dari 5,5 sebaiknya tanah diberi kapur. Misalnya kapur bangunan Ca(OH)_2 maupun dolomit (kapur pertanian) yang mengandung CaCO_3 serta MgCO_3 . Pada saat pemberian kapur tidak boleh keliru dengan kiserit

yang mengandung $MgSO_4 \cdot H_2O$ karena bisa menurunkan pH. Hasil penelitian menunjukkan kalau pupuk dengan pH 4,8 yang ditambahkan dolomit sekitar 7,413 ton/ha bisa meningkatkan hasil tomat sekitar 10 ton.

Untuk lebih mengembangkan struktur tanah, penting guna menambahkan 25-50 ton pupuk instan maupun pupuk kandang per hektar. Jika tanah kurang subur, maka sebelum ditanami tomat ditanami pupuk hijau terlebih dahulu, misalnya orok-orok (*Crotalaria juncea*)²⁸.

c. Kegunaan Tomat

Tomat merupakan golongan sayuran buah yang multi guna dan multi fungsi, tomat biasanya digunakan untuk bumbu masakan sehari-hari, sebagai bahan baku industri saus tomat, dimakan segar, diawetkan dalam kemasan kaleng, dan berbagai macam bahan makanan bergizi tinggi lainnya. Komposisi gizi buah tomat adalah sebagai berikut:

Tabel 2.1. Kandungan dan komposisi gizi buah tomat tiap 100 gram

Kandungan Gizi	Macam tomat			
	Buah muda	Buah masak		Sari buah
		1)	2)	
Energi (Kal)	23,00	20,00	19,00	15,00
Protein (gr)	2,00	1,00	1,00	1,00
Lemak (gr)	0,70	0,30	0,20	0,20
Karbohidrat (gr)	2,30	4,20	4,10	3,50
Serat (gr)	-	-	0,80	-
Abu (gr)	-	-	0,60	-
Calcium (mg)	5,00	5,00	18,00	7,00
Fosfor (mg)	27,00	27,00	18,00	15,00
Zat Besi (mg)	0,50	0,50	0,80	0,40
Natrium (mg)	-	-	4,0	-
Kalium (mg)	-	-	266,00	-
Vitamin A (S.I.)	320,00	1500,00	735,00	600,00
Vitamin B1 (mg)	0,07	0,06	0,06	0,05
Vitamin B2 (mg)	-	-	0,04	-
Niacin (mg)	-	-	0,60	-
Vitamin C (mg)	30,00	40,00	29,00	10,00
Air (gr)	93,00	94,00	-	94,00

²⁸ Pracaya, *Bertanam Tomat*, Yogyakarta: Kanisius, 2012, hlm 25-26

Warna jingga pada tomat mengandung karoten yang berfungsi sebagai provitamin, terkadang warna merah menunjukkan kandungan likopen yang bisa dipakai guna mencegah infeksi kekurangan gizi (*xerophthalmia*). Sedangkan rasa pahit yang terkandung dalam tomat disebabkan oleh zat ekstrak jeruk yang mempunyai kemampuan sebagai koagulasi.

Selain itu, tomat pula umumnya baik guna orang-orang yang mempunyai pola makan yang ketat. Makan tomat secara konsisten, bisa membantu memulihkan penyakit hati, asam urat, TBC, serta asma. Guna orang dengan masalah perut, penyakit jantung serta wasir, pula dianjurkan guna makan tomat.

Kegunaan tomat yang lainnya yakni bisa menyembuhkan tulang yang keseleo serta sakit bisul. Sari dari seluruh bagian tanaman tomat dicampur dengan minyak wijen dalam jumlah perbandingan yang sama, kemudian dipanaskan sampai tinggal minyaknya saja. Minyak tersebut bisa dipakai guna minyak oles saat memijat sendi-sendi tulang yang keseleo ataupun linu. Sedangkan isi serta daging buah tomat yang dipanaskan selanjutnya diletakkan di atas bisul maka bisa mempercepat proses pecahnya bisul serta sekaligus penyembuhan dari sakit bisul tersebut²⁹.

5. Media Pembelajaran

a. Pengertian Media Pembelajaran

Secara tata bahasa, kata media berasal dari bahasa latin “medium” yang berarti penengah, sedangkan dari bahasa Arab media berasal dari “wasaaaila” yang

²⁹ Rahmat Rukmana, *Tomat serta Cherry*, Yogyakarta: Kanisius, 1994, hlm 17-18

mengandung arti pengantar pesan dari pengirim kepada penerima pesan. Media pembelajaran pula bisa dicirikan sebagai berikut³⁰:

- 1) Gerlach serta Ely mengemukakan media pembelajaran yakni perangkat realistik, visual serta elektronik guna menangkap, menangani, serta menyesuaikan data visual maupun variabel.
- 2) Heinich mengemukakan media pembelajaran yakni pengangkut pesan maupun data yang mempunyai alasan guna dipelajari maupun mengandung tujuan pembelajaran.
- 3) Martin serta Briggs bahwa media pembelajaran menggabungkan setiap aset yang diharapkan bisa berbicara dengan siswa. Ini bisa berupa peralatan maupun pemrograman.
- 4) H. Malik bahwa media pembelajaran yakni segala sesuatu yang bisa dimanfaatkan guna menyalurkan pesan (materi pembelajaran), sehingga bisa membangkitkan pertimbangan, minat, perenungan, serta sensasi siswa dalam latihan-latihan pembelajaran guna mencapai tujuan pembelajaran tertentu.

b. Fungsi serta Manfaat Media Pembelajaran

Media pada awalnya dikenal sebagai panduan visual yang kemudian dikenal sebagai bantuan media umum (*visual/listening devices*). Media pula disebut bahan informatif (materi pembelajaran) yang saat ini istilah yang biasa dipakai dalam ranah persekolahan umum yakni media informatif (media pembelajaran maupun media pembelajaran). Dalam pergantian peristiwanya, saat ini muncul istilah *e-*

³⁰ Rudy Sumiharsono serta Hasbiyatul Hasanah, *Media Pembelajaran*, Jember: CV Pustaka Abadi, 2017, hlm 9-10

learning. Huruf “e” melambangkan elektronik, yang mengandung arti kalau media pembelajaran yakni elektronik.

Dilihat dari susunan yang digambarkan di atas, media pembelajaran ini mempunyai kapasitas, guna secara spesifik menggambarkan sesuatu yang tidak boleh terlihat maupun sulit guna dilihat sehingga menjadi jelas serta bisa mendorong kesepakatan maupun menambah wawasan seseorang. Kegunaan media pembelajaran:

- 1) Memperjelas pesan agar tidak terlalu verbalistik.
- 2) Mengatasi kendala ruang, waktu tenaga, serta daya indra.
- 3) Membangkitkan energi guna belajar, kolaborasi langsung antar siswa serta sumber belajar.
- 4) Memungkinkan anak-anak guna beradaptasi secara mandiri sesuai dengan bakat serta kapasitas visual, pendengaran, serta sensasi mereka.
- 5) Memberikan peningkatan yang serupa, mempersamakan pengalaman serta menghasilkan penegasan yang serupa.

Media pembelajaran ini mempunyai enam fungsi pokok dalam proses pembelajaran, antara lain sebagai berikut:

- 1) Pemanfaatan media pembelajaran dalam proses belajar mengajar tentu saja bukan yakni kapasitas tambahan tetapi mempunyai kapasitas tersendiri sebagai alat guna menciptakan suasana belajar serta belajar yang menarik.
- 2) Pemanfaatan media pembelajaran yakni bagian mendasar dari keadaan pembelajaran secara umum.

- 3) Media pembelajaran dalam menunjukkan pemanfaatannya sangat penting guna tujuan serta isi pembelajaran.
- 4) Media pembelajaran dalam mendidik bukan sekedar alat hiburan maupun pelengkap.
- 5) Media pembelajaran dalam pengajaran difokuskan guna mempercepat interaksi belajar serta mengajar serta membantu siswa dalam menangkap kesepakatan yang telah diberikan oleh pengajar.
- 6) Pemanfaatan media pembelajaran dalam pembelajaran difokuskan pada peningkatan fitrah pembelajaran.³¹

6. *E-booklet*

E-booklet merupakan media pembelajaran yang dapat digunakan dalam proses pembelajaran di kelas maupun di luar kelas. *E-booklet* memiliki kemiripan dengan *e-book*, hanya saja memiliki perbedaan dari sisi ukuran media yang digunakan. *E-booklet* memiliki ukuran lebih kecil daripada *e-book*, meskipun penggunaannya pada media interaktif akan tetap sama. Materi yang dicantumkan dalam media *e-booklet* adalah materi yang banyak terdapat gambar dan penjelasan materinya secara ringkas³².

Booklet adalah buku berukuran kecil yang didesain untuk mengedukasi pembaca dengan tips dan strategi untuk menyelesaikan suatu masalah. Tetapi jika *e-booklet* itu sama halnya dengan *booklet* akan tetapi nantinya tidak dijadikan

³¹ Rudy Sumiharsono serta Hasbiyatul Hasanah, *Media Pembelajaran*, Jember: CV Pustaka Abadi, 2017, hlm 10-11

³² Hendra Setiawan serta Hilda Aqua Kusuma Wardhani, *Pengembangan Media E-Booklet Pada Materi Keanekaragaman Jenis Nepenthes*, Kalimantan: Universitas Kapuas Sintang Jurnal Keguruan serta Ilmu Pendidikan Volume 2 Nomor 2, 2018, hlm 83

media cetak melainkan dalam bentuk media elektronik. *Booklet* biasanya terdiri dari 16-24 halaman dan berukuran 3,5×8,5 inci. Tampilan sampul *booklet* biasanya menggunakan warna polos dan dengan desain yang minim. Pada *booklet* memiliki bahasan yang lebih terbatas, struktur sederhana, dan fokus pada satu tujuan. Buku ini biasanya digunakan sebagai media untuk menampilkan berbagai catatan dengan tulisan dan tampilan menarik. *Booklet* juga merupakan media komunikasi yang termasuk dalam kategori media lini bawah (*below the line media*). Sesuai sifat yang melekat pada media lini bawah, pesan yang ditulis pada media tersebut berpedoman pada beberapa kriteria, yaitu: menggunakan kalimat pendek, sederhana, singkat, dan ringkas. Selain itu penggunaan huruf tidak kurang dari 10 pt, dikemas menarik dan kata yang digunakan ekonomis³³.

Booklet berisi mengenai informasi-informasi penting dengan tatanan yang tegas, tepat, jelas, mudah dimengerti, dan akan lebih menarik apabila *booklet* tersebut disertai dengan gambar, sehingga dapat menjadi suatu media pembelajaran pendamping untuk belajar secara mandiri maupun belajar bersama di kelas, serta diharapkan dapat meningkatkan efektifitas pada kegiatan pembelajaran. *Booklet* bersifat informatif, serta desainnya yang menarik dapat menimbulkan rasa ingin tahu pada diri siswa, sehingga dapat memahami dengan mudah hal yang ingin disampaikan pada saat proses pembelajaran³⁴.

B. Penelitian Terdahulu

Berdasarkan judul dan landasan teori yang telah dituliskan di atas, penelitian terdahulu/penelitian yang pernah dilakukan ialah sebagai berikut:

³³ Atiko, *Booklet, Brosur, dan Poster*, Gresik; Gramedia Communication, 2019, hlm 28

³⁴ Pralisaputri, K. C. Pengembangan Media Booklet Berbasis Sets Pada Materi Pokok Mitigasi serta Adaptasi Bencana oraganik guna SMA Kelas X , Jurnal GeoEco, hlm 148

1. Penelitian yang dilakukan oleh Zuchrotus Salamah, Suci Tri Wahyuni, dan Listiatie Budi Utami pada tahun 2009 yang berjudul “Pemanfaatan Limbah Cair Industri Tempe Untuk Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman Kangkung Darat (*Ipomoea reptans*, Poir) Kultivar Kencana”. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pertumbuhan tanaman kangkung darat (*Ipomoea reptans*, Poir) pada berbagai konsentrasi limbah cair industri tempe dan untuk mengetahui konsentrasi limbah cair industri tempe yang paling efektif pada pertumbuhan tanaman kangkung darat (*Ipomoea reptans*, Poir). Hasil penelitian pertumbuhan tanaman kangkung darat (*Ipomoea reptans*, Poir) pada berbagai konsentrasi limbah cair industri tempe menunjukkan hasil yang bervariasi, konsentrasi limbah cair industri tempe yang efektif untuk pertumbuhan tanaman kangkung darat (*Ipomoea reptans*, Poir) adalah konsentrasi 60%³⁵.
2. Penelitian yang dilakukan oleh I.A.K Pramushinta dan Rosalia Yulian pada tahun 2020 yang berjudul “Pemberian POC (Pupuk Organik Cair) Air Limbah Tempe dan Limbah Buah Pepaya (*Carica papaya* L.) terhadap Pertumbuhan dan Produktivitas Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.)”. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi limbah-limbah di sekitar kita yang terbuang dengan sia-sia dengan cara memanfaatkan air limbah industri tempe dan limbah pepaya sebagai pupuk organik, dengan ini diharapkan kedua air limbah tersebut dapat berpengaruh signifikan terhadap produksi tanaman pakcoy hingga dapat dimanfaatkan para petani sayur. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat pengaruh pupuk organik cair air limbah industri tempe dan limbah buah pepaya terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L.), konsentrasi yang memberikan pengaruh paling optimal adalah 30%³⁶.

³⁵ Zuchrotus Salamah, Suci Tri Wahyuni, dan Listiatie Budi Utami, *Pemanfaatan Limbah Cair Industri Tempe Untuk Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman Kangkung Darat (Ipomoea Reptans, Poir) Kultivar Kencana*, Yogyakarta: FKIP UAD, 2009, hlm 280-281

³⁶ I.A.K Pramushinta dan Rosalia Yulian, *Pemberian POC (Pupuk Organik Cair) Air Limbah Tempe dan Limbah Buah Pepaya (Carica papaya L.) terhadap Pertumbuhan dan Produktivitas Tanaman Pakcoy (Brassica rapa L.)*, Surabaya: Universitas PGRI Adi Buana Jurnal Pharmacy and Science Volume 5 nomor 1, 2020, hlm 29-32

3. Penelitian ini dilakukan oleh Ika Mursalim, Muh. Khalifah Mustami, dan Ahmad Ali pada tahun 2018. Penelitian ini berjudul “Pengaruh Penggunaan Pupuk Organik Mikroorganisme Lokal Media Nasi, Batang Pisang, dan Ikan Tongkol terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi (*Brassica juncea*)”. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui respon pertumbuhan tanaman sawi (*Brassica juncea*) terhadap peningkatan dosis pupuk organik mikroorganisme lokal media nasi, batang pisang, dan ikan tongkol, untuk mengetahui pengaruh nyata pupuk organik mikroorganisme lokal media nasi, batang pisang, dan ikan tongkol terhadap pertumbuhan tanaman sawi (*Brassica juncea*) serta untuk mengetahui dosis pupuk organik mikroorganisme lokal media nasi, batang pisang, dan ikan tongkol yang paling baik digunakan. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa Pupuk organik mikroorganisme lokal media nasi, batang pisang, dan ikan tongkol memberikan pengaruh nyata terhadap pertumbuhan tanaman Sawi (*Brassica juncea*) dengan dosis terbaik 100 ml/L Air (10%)³⁷.
4. Penelitian ini dilakukan oleh Ni Putu Sriundiyati, Supriyadi dan Siti Nuryanti pada tahun 2013 yang berjudul “Pemanfaatan Nasi Basi sebagai Pupuk Organik cair dan Aplikasinya untuk Pemupukan Tanaman Bunga Kertas Orange (*Bougainvillea spectabilis*)”. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui berapa banyak unsur hara makro Nitrogen yang terkandung dalam pupuk organik cair, kemudian mengaplikasikannya pada tanaman bunga kertas orange khususnya pada kecepatan pertumbuhan tanaman bunga kertas orange (*Bougainvillea spectabilis*). Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa nasi basi dapat dimanfaatkan untuk membuat pupuk organik cair dan terdapat jumlah Nitrogen Total pada pupuk organik cair nasi basi sebanyak 92 mg/L (92 ppm), dan pupuk organik dari nasi basi dapat diaplikasikan pada tanaman bunga kertas orange (*Bougainvillea spectabilis*)

³⁷ Ika Mursalim, Muh. Khalifah Mustami, dan Ahmad Ali, *Pengaruh Penggunaan Pupuk Organik Mikroorganisme Lokal Media Nasi, Batang Pisang, dan Ikan Tongkol terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi (Brassica juncea)*, Sulawesi: UIN Alaudin Jurnal Biotek Volume 6 Nomor 1, 2018, hlm 32-41

untuk mempercepat pertumbuhannya yang diindikasikan dengan banyaknya tunas, daun dan kelopak bunga³⁸.

5. Penelitian ini dilakukan oleh Yulianti, Nanda Ayu Fitri Diva Maharani, dan Farida Nur Kumala pada tahun 2019 yang berjudul “Pengembangan Media *E-Booklet* Materi Zat untuk Meningkatkan Karakter Siswa SD *Islamic Global School* Malang” yang bertujuan pemanfaatan media *e-booklet* untuk meningkatkan kualitas pendidikan di Indonesia dan pendidik lebih inovatif memanfaatkan teknologi untuk tujuan pembelajaran khususnya dalam meningkatkan nilai karakter siswa. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa media pembelajaran *e-booklet* layak digunakan sebagai media pembelajaran dan mampu meningkatkan karakter tanggung jawab siswa terhadap pembelajaran IPA SD³⁹.

Berdasarkan penelitian terdahulu yang telah dituliskan, berikut ini yakni persamaan serta perbedaan dari penelitian terdahulu:

Tabel 2.2 Persamaan dan Perbedaan Penelitian Terdahulu serta Penelitian yang hendak Diteliti

No.	Judul	Persamaan	Perbedaan
1	Zuchrotus Salamah, Suci Tri Wahyuni, dan Listiatie Budi Utami berjudul “Pemanfaatan Limbah Cair Industri Tempe Untuk Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman Kangkung Darat (<i>Ipomoea reptans</i> , Poir) Kultivar Kencana”	- Menggunakan limbah cair industri tempe. - Air limbah industri tempe sama-sama digunakan untuk meningkatkan pertumbuhan.	- Penelitian terdahulu hanya menggunakan air limbah industri tempe sedangkan penelitian sekarang menggunakan air limbah industri tempe dan air limbah nasi. - Penelitian terdahulu menggunakan tanaman kangkung sedangkan penelitian sekarang menggunakan tanaman tomat.

³⁸ Ni Putu Sriundiyati, Supriyadi, dan Siti Nuryanti, *Pemanfaatna Nasi Basi sebagai Pupuk Organik Cair dan Aplikasinya untuk Pemupukan Tanaman Bunga Kertas Orange (*Bougenvillea spectabilis*)*, Palu: Unoversitas Tadulako Jurnal Akad.Kim 2 (4), 2013, hlm 188-193

³⁹ Yulianti, dkk, *Pengembangan Media E-Booklet Materi Zat untuk Meningkatkan Karakter Siswa SD Islamic Global School Malang*, Malang: Universitas Kanjuruhan Jurnal Elementary School Volume 6 Nomor 2, 2019, hlm 112-118

			<ul style="list-style-type: none"> - Penelitian terdahulu parameter yang diukur adalah tinggi tanaman, panjang daun, jumlah daun, diameter batang, panjang akar, dan berat basah serta berat kering sedangkan penelitian sekarang yang diukur tinggi tanaman dan jumlah daun.
2	<p>I.A.K Pramushinta dan Rosalia Yulian yang berjudul “Pemberian POC (Pupuk Organik Cair) Air Limbah Tempe dan Limbah Buah Pepaya (<i>Carica papaya</i> L.) terhadap Pertumbuhan dan Produktivitas Tanaman Pakcoy (<i>Brassica rapa</i> L.)”</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Menggunakan air limbah industri tempe. - Penambahan air limbah digunakan untuk pertumbuhan tanaman. - Parameter yang diukur sama-sama terdapat tinggi tanaman dan jumlah daun. 	<ul style="list-style-type: none"> - Pada penelitian terdahulu menggunakan air limbah industri tempe dan limbah pepaya penelitian sekarang menggunakan air limbah industri tempe dan air limbah nasi. - Penelitian terdahulu parameter yang digunakan tidak hanya tinggi tanaman dan jumlah daun, tetapi ada berat basah dan mengetahui kadar NPK, penelitian sekarang parameter yang diukur hanya tinggi tanaman dan jumlah daun. - Pada penelitian terdahulu tanaman yang digunakan adalah pakcoy penelitian sekarang adalah tomat.
3	<p>Ni Putu Sriundiyati, Supriyadim dan Siti Nuryanti yang berjudul “Pemanfaatan Nasi Basi sebagai Pupuk Organik cair dan Aplikasinya untuk Pemupukan Tanaman Bunga Kertas Orange (<i>Bougainvillea spectabilis</i>)”.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Sama-sama menggunakan nasi basi. - Sama-sama digunakan untuk mengukur pertumbuhan tanaman. 	<ul style="list-style-type: none"> - Penelitian terdahulu menggunakan bunga kertas penelitian sekarang menggunakan tanaman tomat. - Penelitian terdahulu meneliti berapa banyak unsur hara makro nitrogen yang terkandung dalam pupuk dan mengukur pertumbuhan tanaman penelitian sekarang limbah nasi

			digunakan untuk mengukur pertumbuhan tanaman. - Penelitian terdahulu hanya menggunakan limbah nasi sedangkan penelitian sekarang menggunakan air limbah nasi dan air limbah industri tempe.
4	Penelitian ini dilakukan oleh Penelitian ini dilakukan oleh Ika Mursalim, Muh. Khalifah Mustami, dan Ahmad Ali pada. Penelitian ini berjudul “Pengaruh Penggunaan Pupuk Organik Mikroorganisme Lokal Media Nasi, Batang Pisang, dan Ikan Tongkol terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi (<i>Brassica juncea</i>)”	- Menggunakan nasi basi. - Para meter yang diukur adalah pertumbuhan.	- Penelitian terdahulu menggunakan nasi basi, batang pisang dan ikan tongkol penelitian sekarang menggunakan nasi basi dan air limbah industri tempe. - Penelitian terdahulu menggunakan tanaman sawi, penelitian sekarang menggunakan tanaman tomat
5	Penelitian ini dilakukan oleh Yulianti, Nanda Ayu Fitri Diva Maharani, dan Farida Nur Kumala yang berjudul “Pengembangan Media <i>E-Booklet</i> Materi Zat untuk Meningkatkan Karakter Siswa SD <i>Islamic Global School</i> Malang”	- Media yang dikembangkan sama-sama <i>e-booklet</i>	- Penelitian terdahulu <i>e-booklet</i> digunakan untuk mata pelajaran IPA sedangkan penelitian sekarang untuk mata kuliah fisiologi tumbuhan bab pertumbuhan dan perkembangan.

C. Paradigma Penelitian

Pada industri pembuatan tempe, limbah cair yang dihasilkan ialah air hasil dari pencucian, perendaman, dan perebusan tanaman kedelai. Limbah cair ini sering dibuang langsung tanpa adanya pengolahan terlebih dahulu, sehingga menghasilkan bau busuk yang mencemari lingkungan terutama sungai. Limbah cairan ini mengandung kadar kandungan protein yang tinggi dan dapat segera terurai dengan baik, sehingga baik digunakan untuk tanaman. Sama halnya dengan limbah nasi, biasanya nasi yang sisa dibuang begitu saja atau hanya digunakan sebagai pakan ternak. Sebenarnya air limbah nasi ini dapat dimanfaatkan untuk

tanaman karena dalam air limbah nasi mengandung unsur hara yang diperlukan untuk pertumbuhan tanaman.

Oleh karena itu dalam penelitian ini akan memanfaatkan air limbah industri tempe dan air limbah nasi menjadi pupuk organik cair. Dilakukan pengamatan saat memulai penanaman tanaman sampai terjadinya pengaruh pertumbuhan tanaman tomat terhadap pemberian limbah tempe cair dan air limbah nasi, data hasil pengamatan disusun dijadikan dalam bentuk *e-booklet*. Data hasil pengamatan dijadikan *e-booklet* agar dapat menghasilkan media belajar bagi mahasiswa dan masyarakat serta sebagai sumber informasi tambahan, media pembelajaran ini juga bermanfaat sebagai media belajar siswa agar lebih mudah memahami materi pertumbuhan dan perkembangan pada mata kuliah fisiologi tumbuhan.

Berdasarkan uraian di atas, dapat dirumuskan kerangka sebagai berikut:

Tanaman tomat merupakan sayuran yang berada pada family Solanaceae. Tanaman ini banyak dikonsumsi oleh banyak orang karena memiliki kandungan nutrisi yang baik untuk tubuh⁴⁰.

Salah satu nutrisi yang dapat digunakan pada pertumbuhan tanaman tomat adalah dengan memanfaatkan air limbah, seperti air limbah industri tempe. Air limbah industri tempe merupakan air yang berasal dari dari perendaman, perebusan, dan pencucian kedelai selama proses pembuatan tempe.⁴¹

Salah satu nutrisi yang digunakan dalam pertumbuhan tanaman tomat adalah air limbah nasi. Air limbah nasi merupakan air dari hasil fermentasi nasi basi yang dicampurkan dengan larutan gula. Yang mana limbah nasi ini merupakan limbah yang tidak memiliki nilai ekonomis padahal nasi yang telah basi memiliki manfaat dapat menyuburkan tanaman karena didalamnya mengandung unsur hara⁴².

Gabungan air limbah industri tempe dan air limbah nasi yang keduanya mengandung unsur organik yang dapat digunakan sebagai nutrisi pada pertumbuhan tanaman tomat. Pertumbuhan tanaman tomat dengan memanfaatkan

⁴⁰ Bernardinus T. Wahyu Wiryanta, *Bertanam tomat*, Jakarta: PT Agro Media Pustaka, 2008, Hlm 6

⁴¹ Zuchrotus Salamah, Suci Tri Wahyuni, dan Listiatie Budi Utami, *Pemanfaatan Limbah Cair Industri Tempe Untuk Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman Kangkung Darat (Ipomoea Reptans, Poir) Kultivar Kencana*, Yogyakarta: FKIP UAD, 2009, hlm 280-281

⁴² Putu Andri Purwanto dkk, *Pengaruh Pemberian Mikroorganisme Lokal (MOL) Nasi Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kacang Hijau (Vigna radiata L.)*, Sulawesi: Universitas Cokroaminoto Palopo Prosiding Seminar Nasional Volume 04 Nomor 01, 2019, hlm 306

air limbah nasi dan air limbah industri tempe, pada penelitian ini akan diukur tinggi tanaman dan jumlah daun⁴³.



Hasil dari penelitian akan dikembangkan menjadi *e-booklet*. *E-Booklet* merupakan media pembelajaran elektronik yang dapat digunakan untuk menarik minat dan perhatian siswa karena bentuknya yang sederhana dan banyaknya warna serta ilustrasi yang ditampilkan⁴⁴.

⁴³ I Wayan Pasek Arimbawa, *Dasar Dasar Agronomi*, Denpasar: Universitas Udayana, 2016, hlm 5

⁴⁴ Avisha,dkk, *Pengembangan Media Pembelajaran Booklet pada Materi Sistem Imun terhadap Hasil Belajar Siswa Kelas XI SMAN 8 Pontianak*,Pontianak: Jurnal Bioeducation Vol. 4 No. 1 Universitas Muhammadiyah Pontianak