

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk dunia, kebutuhan akan pangan juga meningkat secara signifikan. Situasi ini memberikan tekanan besar pada sektor pertanian untuk meningkatkan hasil pertanian dan memenuhi kebutuhan pangan global. Namun, tantangan tersebut harus diatasi dengan mempertimbangkan kelestarian lingkungan dan kesehatan manusia.

Pupuk anorganik telah menjadi bagian integral dari pertanian modern, membantu meningkatkan produktivitas dan hasil tanaman secara signifikan. Namun, penggunaan pupuk anorganik secara berlebihan dan berkelanjutan telah menyebabkan berbagai dampak negatif. Penggunaan pupuk anorganik dalam jangka waktu lama menyebabkan penurunan kadar bahan organik tanah, struktur tanah dan pencemaran lingkungan (Roidah, 2013).

Untuk mengatasi dampak negatif penggunaan pupuk anorganik dalam jangka panjang, diperlukan transisi menuju praktik pertanian yang lebih berkelanjutan. Salah satu solusi utamanya adalah dengan meningkatkan penerapan pertanian organik. Pertanian organik merupakan jawaban terhadap revolusi hijau yang mulai populer pada tahun 1960an, yang menyebabkan berkurangnya kesuburan tanah dan kerusakan akibat penggunaan pupuk kimia dan pestisida yang tidak terkendali. Pertanian organik menggunakan pupuk organik alami seperti kompos dan pupuk hijau yang lebih ramah lingkungan dan membantu meningkatkan kesuburan tanah secara alami. Selain itu, rotasi tanaman, pola tanam campuran dan pengelolaan limbah pertanian yang efektif juga membantu

mengurangi ketergantungan terhadap pupuk anorganik dan meningkatkan keseimbangan ekologi dalam jangka Panjang (Mayrowani, 2012).

Dengan mengimplementasikan solusi-solusi ini, kita dapat mengurangi dampak negatif dari penggunaan pupuk anorganik dalam pertanian, sambil memenuhi kebutuhan pangan dunia secara berkelanjutan dan memastikan keberlanjutan lingkungan bagi generasi mendatang.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah menghasilkan starter dalam pembuatan pupuk organik berbahan baku rumen sapi yang ramah lingkungan dan relatif mudah dan murah.

1.3 Manfaat Penelitian

Untuk mendapatkan data dalam penyusunan skripsi dan sebagai informasi pembuatan starbio dari rumen sapi dalam pembuatan pembuatan pupuk organik.

1.4 Hipotesa Penelitian

Diduga ada pengaruh lama fermentasi dalam produksi starbio dari rumen sapi.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Rumen Sapi (Usus dan Babat)

Rumen adalah alat pencernaan khas pada hewan ruminansia (sapi, kambing, dan domba) yang mengandung mikroba untuk melakukan proses fermentasi pakan (Adiwimarta, 2021). Pencernaan adalah proses perubahan fisik dan kimia yang dialami bahan pakan di dalam saluran pencernaan. Proses pencernaan pakan pada hewan ruminansia relatif lebih kompleks dibandingkan dengan ternak non-ruminansia. Saluran pencernaan berperan penting dalam penyerapan nutrisi seperti protein yang dibutuhkan tubuh untuk pertumbuhan otot atau daging (Purbowati *dkk.*, 2014).

Usus halus merupakan organ utama tempat berlangsungnya absorpsi nutrisi. Usus halus mempunyai peran penting dalam absorpsi produk pencernaan dan bertindak sebagai organ pertahanan terhadap mikroorganisme, racun dan antigen yang masuk. Struktur histologi usus halus sapi tersusun atas tunika mukosa, submukosa, muskularis dan serosa (Firmansyah *dkk.*, 2019).

Babat merupakan bagian dari lambung hewan pemamah biak seperti sapi, domba, rusa, dan kambing. Dalam tubuh hewan, babat adalah tempat untuk menampung kotoran-kotoran dari hasil pakan ternak. Babat memiliki tiga jenis, ada babat rumen yang tampilannya seperti handuk, babat retikulum yang tampilannya seperti sarang madu dan babat omasum yang bentuknya berlembar-lembar seperti buku (Soenardiraharjo, 2017).



a. Usus

b. Babat

Gambar 2.1 Rumen Sapi

2.2 Air

Air adalah suatu zat yang tersusun dari unsur kimia hidrogen dan oksigen. Air dapat berbentuk cair, padat ataupun gas. Ini adalah salah satu senyawa yang paling banyak dan paling penting. Cairan tidak berasa dan berbau pada suhu kamar, memiliki kemampuan penting untuk melarutkan zat lainnya. Pada kondisi standar, air memiliki sifat tidak berwarna, tidak berasa dan tidak memiliki bau. Zat kimia pada air merupakan suatu pelarut, memiliki kemampuan melarutkan banyak zat kimia seperti garam, gula, asam dan banyak macam molekul organik lainnya (Hadi, 2014). Air sebagai pelarut sangat penting bagi organisme hidup.

Keterkaitan antara air dan pertanian sangat erat dan krusial, karena air merupakan faktor penting dalam siklus tanaman. Ketersediaan air yang cukup dapat meningkatkan produktivitas pertanian. Tanaman yang mendapat pasokan air yang memadai akan menghasilkan lebih banyak buah atau hasil pertanian lainnya. Untuk itu menjaga ketersediaan air untuk pertanian sangat penting karena air merupakan faktor kunci utama dalam produktivitas dan keberlanjutan sektor pertanian (Santosa, 2015).

2.3 Susu

Susu merupakan bahan pangan hewani yang memiliki kandungan gizi tinggi dalam memenuhi kebutuhan hidup pokok manusia. Susu berupa cairan putih yang dihasilkan sekresi kelenjar ambing hewan ternak mamalia yang diperoleh dengan cara pemerahan (Diastari, 2013). Pangan jenis hewani ini merupakan sumber protein yang di dalamnya mengandung asam amino esensial yang tidak dapat disuplai dari bahan lainnya. Protein esensial ini berperan terhadap status kesehatan dan peningkatan kecerdasan masyarakat. Susu mengandung protein, lemak, karbohidrat, vitamin, mineral, kalsium, kalium, fosfor dan magnesium. Kandungan gizi yang tinggi menyebabkan susu sering dijadikan sebagai salah satu asupan nutrisi penting bagi manusia (Brilianty, 2022).

Namun susu sangat mudah rusak karena susu merupakan sumber gizi bagi kelangsungan hidup mikroorganisme, akan tetapi susu juga bisa menjadi media yang baik bagi pertumbuhan Bakteri Asam Laktat (BAL) yang bersifat probiotik dan diperlukan oleh tubuh. Susu merupakan media yang baik bagi pertumbuhan mikrobial (Hidayat, 2017).

Pada limbah susu masih mengandung unsur tersebut, selama ini hanya dibuang percuma dan belum ada penggunaan untuk pengolahan lainnya yang berkelanjutan. Disisi lain, tanaman sangat membutuhkan senyawa-senyawa tersebut untuk pertumbuhannya dan peningkatan produksi tanaman. Selain itu, masih ada kandungan karbohidrat dan glukosa dalam limbah susu yang merupakan sumber makanan bagi bakteri pengurai yang dapat dimanfaatkan dalam proses fermentasi serta adanya kandungan protein, glukosa, lipida, garam mineral dan

vitamin dengan pH sekitar 6,80 menyebabkan bakteri mudah berkembang biak dalam usus (Andrianieny *dkk.*, 2015).

Susu yang sudah tidak layak dikonsumsi berpotensi diolah untuk dijadikan pupuk organik, yang diharapkan akan menggantikan peran pupuk kimia yang selama ini masih digunakan bagi bidang pertanian. Selain akan mengurangi dampak pencemaran lingkungan yang diakibatkan oleh pupuk kimia, pupuk organik diharapkan dapat mengurangi limbah dari susu yang sudah tidak dikonsumsi. Selain itu juga, pupuk organik bermanfaat untuk memperbaiki struktur dan kesuburan tanah sehingga ketersediaan unsur hara dan aktifitas mikroba meningkat dapat dipertahankan serta ditingkatkan kembali (Abror, 2017).

2.4 Menir Beras

Kata “beras” mengacu pada bagian bulir padi (gabah) yang telah dipisah dari sekam. Sekam secara anatomi disebut ‘palea’ (bagian yang ditutupi) dan ‘lemma’ (bagian yang menutupi). Pada salah satu tahap pemrosesan hasil panen padi, gabah ditumbuk dengan lesung atau digiling sehingga bagian luarnya (kulit gabah) terlepas dari isinya. Bagian inilah yang berwarna putih, kemerahan, ungu, atau bahkan hitam yang disebut beras. Sebagaimana bulir sereal lain, bagian terbesar beras didominasi pati (sekitar 80-85%). Beras juga mengandung protein, vitamin (terutama pada bagian aleurone), mineral dan air (Haryadi, 2006).

Konsumsi beras yang tinggi dalam kehidupan sehari-hari menyebabkan banyaknya air cucian beras yang terbuang dan jarang untuk dimanfaatkan (Kusumo, 2019). Tujuan pencucian beras ini adalah untuk membersihkan beras seperti dari kulit yang masih tersisa, butiran kerikil yang tertinggal ataupun kotoran lainnya. Saat mencuci beras, biasanya air cucian berwarna putih keruh (beras putih) atau

berwarna merah keruh (beras merah). Warna putih keruh atau merah keruh menunjukkan bahwa lapisan terluar dari beras ikut terkikis. Walaupun banyak nutrisi yang hilang, namun pada bagian kulit ari masih terdapat sisa-sisa nutrisi yang sangat bermanfaat dan dibutuhkan tanaman serta dapat membuat tanaman menjadi lebih subur.

Selain nutrisi, air bekas cucian beras juga mengandung beberapa jenis bakteri yang bermanfaat untuk tanaman (Distani, 2021). Penelitian akan potensi limbah air cucian beras maupun penggunaannya sudah banyak dilakukan oleh para peneliti. Millawati dalam penelitian yang dilakukannya menunjuk potensi air cucian beras sebagai pupuk organik cair tanaman seledri (Milawati, 2018).



Gambar 2.2 Menir Beras

2.5 Gula Merah

Gula merah merupakan salah satu bahan pangan yang dibuat dari nira palma termasuk kelapa dan aren. Permintaan gula merah semakin meningkat karena bertambahnya kesadaran masyarakat untuk menjaga kesehatan dengan mengurangi konsumsi gula pasir dan menggantikannya dengan gula merah. Gula merah mempunyai kelebihan antara lain warna 2 kecoklatan dan aroma yang khas serta

mempunyai nilai indeks glikemik yang rendah dibandingkan gula pasir yaitu 35, sehingga baik dikonsumsi oleh penderita diabetes atau masyarakat yang ingin menjaga kesehatan.

Gula merah diproduksi oleh pengrajin gula merah dengan kapasitas produksi 10-20 kg/hari (Nawansih, 2013). Keterbatasan pengetahuan dan rendahnya tingkat pendidikan pengrajin gula menyebabkan sanitasi proses mulai dari penyadapan sampai pengemasan produk kurang diperhatikan. Demikian juga dalam menambahkan bahan pengawet seringkali berlebihan serta ada peluang ditambahkan bahan campuran untuk meningkatkan rendemen.

Selama proses pembuatan kompos, larutan gula juga berguna untuk perkembangbiakan dan bermanfaat untuk digunakan sebagai bahan campuran membuat kompos sistem aerob (Ali *dkk.*, 2018).



Gambar 2.3 Gula Merah (Aren)

2.6 Pisang Klutuk (Biji)

Tanaman Pisang Klutuk merupakan salah satu buah yang tumbuh subur di kawasan Indonesia. Tanaman ini tidak memiliki musim sehingga dapat berbuah sepanjang musim, memiliki jenis yang beraneka ragam dan tanaman ini mudah tumbuh. Salah satu jenis pisang yang tumbuh di Indonesia adalah pisang klutuk. Seperti jenis pisang yang lain pisang ini juga mengandung zat gizi yang relatif

banyak, seperti karbohidrat, lemak, protein, kalsium, fosfor, besi, vitamin B dan vitamin C. Dibandingkan dengan jenis pisang yang lain, pisang klutuk kurang dimanfaatkan, karena bijinya yang banyak dan mengganggu proses pengunyahan di mulut, meskipun dari segi kemanisan lebih tinggi (Tambah, 2011).

Tanaman pisang banyak dimanfaatkan oleh masyarakat secara luas untuk memenuhi kebutuhan hidup, mulai dari buah, pelepah, hingga akar tanamannya. Tanaman ini memiliki pelepah yang membentuk batang semu yang secara umum digunakan sebagai soda dalam pembuatan sabun dan dapat pula digunakan sebagai pupuk tanaman. Air yang terkandung pada batang semu tanaman ini juga memiliki dapat digunakan sebagai obat yang digunakan untuk penyembuhan penyakit misalnya pendarahan pada usus, amandel, disentri, penyubur rambut dan sebagai obat kumur. Metode pengobatan semacam ini telah digunakan sejak turun-temurun oleh 8 nenek moyang. Selain itu batang semu yang masih muda dapat dimanfaatkan sebagai sumber pangan (Damayanti, 2017).

Dalam satu buah pisang klutuk bisa terdapat kurang lebih 40 biji yang kecil dan berwarna hitam. Biji pisang memiliki kulit yang tebal dan bertekstur kasar. Embrio dari biji pisang biasanya kecil dan sulit tumbuh karena harus menembus kulit biji yang tebal dan terdapat endosperm tidak sempurna sehingga perlu dilakukan embrio rescue (Dayarani, 2014).

Saat ini pisang klutuk masih tumbuh secara liar. Walaupun pisang klutuk ini memiliki biji yang banyak pada buahnya, sangat jarang ditemukan anakan yang berasal dari biji tumbuh di sekitar induk tanaman pisang, dan biasanya hanya ditemukan anakan yang muncul dari tunas.

Berdasarkan pengalaman empiris tentang perkecambahan biji pisang klutuk, biji ini 3 memiliki daya hidup yang sedikit rendah, maka perlu dilakukan penelitian tentang Viabilitas dan Anatomi dari biji pisang tersebut agar untuk ke depannya dalam pemuliaan pisang klutuk dengan biji bisa dilakukan dengan mudah (Alkhadiri, 2018).



Gambar 2.4 Pisang Klutuk (Biji)

2.7 Bawang Putih

Bawang putih (*Allium sativum* L.) merupakan tanaman dari keluarga Alliaceae. Tanaman ini memiliki kisaran tinggi 20-40 cm dengan umbi yang memiliki bau yang kuat dan rasa yang tajam (Strika dkk, 2017). Bawang putih mudah tumbuh dan dapat tumbuh di iklim sedang. Terdapat berbagai jenis atau subspecies bawang putih, terutama bawang putih hardneck dan bawang putih softneck (Bayan dkk, 2014). Bawang putih mengandung sekitar 65% air, 28% karbohidrat (fruktan), 2,3% senyawa organosulfur, 2% protein (alliinase), 1,2% asam amino bebas (arginine) dan 1,5% serat (Santhosha dkk, 2013).

Bawang putih berasal dari Asia Tengah dan telah menjadi salah satu tanaman budidaya paling awal. Bawang putih memiliki aroma yang khas, dihasilkan dari sulfur yang terkandung dalam bawang putih (Strika dkk, 2017).

Senyawa sulfur yang disebut allicin pada bawang putih dihasilkan ketika bawang putih dicincang atau dikunyah (Fufa, 2019).

Potensi bawang putih sendiri telah dikenal sebagai antifungi, antiviral, antibakteri, antikanker, antelmintik, antihipertensi, anti-aterosklerosis, antiseptik dan juga anti-inflamasi, antiaterosklerosis (Bhatwalkar *dkk*, 2021). Mengutip dari Mohseinipour *dkk*. (2015), bawang putih telah terbukti dapat mencegah infeksi pada luka, mengobati common cold, malaria, batuk dan TB paru-paru, hipertensi, penyakit menular seksual, mental illness, penyakit ginjal, penyakit hati, asma, sampai diabetes. Louis Pasteur sebagai ahli mikrobiologi mengakui bawang putih sebagai antibiotik yang efektif. Bawang putih terbukti memiliki efek/aktivitas yang sama dengan penisilin dan antibiotik moderen termasuk kloramfenikol (Garba *dkk*., 2014).

Ekstrak aqueous bawang putih memiliki kandungan antraquinon, saponin, triterpenoid, flavonoid, tanin, sedangkan ekstrak etanol bawang putih mengandung antraquinon, saponin, tanin, dan alkaloid (Garba *dkk*, 2014). Zat aktif yang berfungsi sebagai antibakteri adalah flavonoid yang memiliki mekanisme menghambat sitoplasma fungsi membran dan menghambat sintesis asam nukleat (Xie *dkk*, 2014). Selain itu, terdapat senyawa organosulfur yang juga berfungsi sebagai antibakteri (Lu *dkk*, 2011).

Ekstrak bawang putih telah menunjukkan aktivitas terhadap bakteri gram negatif seperti *E. coli*, *Salmonella sp*, *Citrobacter*, *Enterobacter*, dan juga *Pseudomonas*. Selain itu, bawang putih juga menunjukkan aktivitas terhadap bakteri gram positif seperti pada *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pneumoniae*, dan juga *Bacillus anthrax* yang merupakan penyebab morbiditas di seluruh dunia

(Ali dan Ibrahim, 2016). Metode yang paling banyak digunakan dalam jurnal acuan untuk mengetahui aktivitas antibakteri bawang putih adalah difusi paper disk dan sumuran. Uraian ini bertujuan untuk mengetahui potensi aktivitas antibakteri bawang putih (*Allium sativum* L.) terhadap bakteri baik gram negatif maupun gram positif.

2.8 Bawang Merah

Bawang merah merupakan salah satu jenis tanaman umbi yang memiliki nilai ekonomi yang tinggi. Prospek agribisnis bawang merah di Indonesia juga cukup baik, hal ini ditunjukkan oleh tingginya permintaan akan komoditas ini. Menurut Kementan (2019), konsumsi bawang merah rata-rata mencapai 2,76 kg/kapita/tahun. Pada periode lima tahun terakhir produksi bawang merah mengalami peningkatan hingga 5,74% per tahun. Peningkatan produksi tersebut disebabkan oleh meningkatnya luas panen sebesar 3,70% dan produksi naik 2,00% per tahun (Ardi, 2018).

Tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) merupakan tanaman hortikultura yang semakin mendapat perhatian baik dari masyarakat maupun pemerintah. Selama beberapa tahun terakhir ini, bawang merah termasuk enam besar komoditas sayuran yang diekspor bersama-sama dengan kubis, blunkol (kubis bunga), cabai, tomat, dan kentang.

Kementerian Pertanian dalam tahun anggaran 2017 melakukan pengembangan komoditas bawang merah seluas 100 hektare di Provinsi Kalimantan Timur, demi untuk mencukupi kebutuhan lokal yang selama ini hanya terpenuhi 30 persen. Berdasarkan angka tetap tahun 2016, produksi bawang merah

yang dihasilkan petani lokal sebanyak 263 ton. Jumlah ini hanya tercukupi sekitar 30 persen dari kebutuhan lokal (Distani, 2017).

Salah satu permasalahan limbah berasal dari sampah rumah tangga, termasuk sampah yang berupa sisa-sisa pembuangan kulit buah dan sayur seperti kulit bawang merah. Bawang merah merupakan tanaman komoditas yang bernilai ekonomi tinggi, namun limbah bawang merah baik yang berupa daun maupun kulitnya yang kering dapat pula mengakibatkan terjadinya pencemaran lingkungan jika tidak dikelola dengan baik (Banu, 2020).

Salah satu permasalahan limbah berasal dari sampah rumah tangga, termasuk sampah yang berupa sisa-sisa pembuangan kulit buah dan sayur seperti kulit bawang merah. Bawang merah merupakan tanaman komoditas yang bernilai ekonomi tinggi, namun limbah bawang merah baik yang berupa daun maupun kulitnya yang kering dapat pula mengakibatkan terjadinya pencemaran lingkungan jika tidak dikelola dengan baik (Banu, 2020).

Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk mengurangi limbah bawang merah adalah dengan memanfaatkannya sebagai pupuk organik (Rinzani *dkk.*, 2020). Penggunaan pupuk kimia sintetis yang terus menerus dapat menimbulkan dampak buruk bagi lingkungan, termasuk juga tekstur dan rasa sayuran yang dibudidayakan (Rinzani *dkk.*, 2020). Untuk itu penggunaan pupuk kimia sintesis seharusnya diminimalisir.

Berbagai hasil penelitian menunjukkan bahwa bawang merah berpotensi sebagai pupuk organik untuk pertumbuhan tanaman. Penelitian yang dilakukan Fadhil *dkk.* (2018) membuktikan bahwa larutan serbuk kulit bawang merah berpengaruh terhadap pertumbuhan akar. Hasil penelitian Adam *dkk.* (2019)

menunjukkan bahwa pemberian kompos dari kulit bawang merah menunjukkan pengaruh nyata terhadap pertumbuhan cabai. Penelitian Yikwa dan Banu (2020) juga menunjukkan pemberian kompos kulit bawang merah berpengaruh pada pertumbuhan tanaman cabai rawit dan sawi.

2.9 Bawang Bombay

Bawang bombay (*Allium cepa* L.) merupakan salah satu jenis bahan alam yang sering digunakan untuk bumbu masak. Bawang bombay biasanya dianggap sebagai sayuran, juga memiliki sejarah panjang penggunaan obat. Bawang bombay memiliki kandungan senyawa flavonoid yang tinggi (kuersetin), glikosida, fenol, petrin dan saponin (Abdulkadir *dkk.* 2017).

Beberapa penelitian yang telah dilakukan terhadap khasiat bawang bombay, antara lain sebagai antibakteri, antioksidan dan antimutagenik (Ye *dkk.* 2013). Ekstrak bawang bombay berkhasiat antiinflamasi dan penurun kadar gula darah (Dewi *dkk.* 2016). Hasil penelitian sebelumnya pada bawang bombay menunjukkan adanya kandungan kuersetin yang merupakan golongan flavonoid (Murtihapsari 2008). Kuersetin yang merupakan golongan flavonoid menunjukkan beberapa aktivitas biologi. Aktivitas ini dikaitkan dengan sifat antioksidan kuersetin, antara lain kemampuan menangkap radikal bebas (Kelly 2011). Berdasarkan penelitian Cheng *dkk.* (2013), bawang bombay adalah sumber nutrisi yang kaya akan polifenol dan flavonoid, dan menunjukkan adanya aktivitas antioksidan. bawang bombai cocok bila diolah menjadi pupuk. Nutrisi di dalamnya dapat membantu memperbaiki kualitas tanah serta menyeimbangkan pH, dilansir Balcony Garden Web. Fungsinya untuk menurunkan keasaman tanah agar lebih 'ramah' untuk pertumbuhan tanaman.

2.10 Terasi

Terasi merupakan salah satu produk perikanan yang pembuatannya dilakukan dengan proses fermentasi hasil laut, seperti udang kecil (rebon), ikan kecil, atau campuran binatang kecil hasil tangkapan nelayan, baik dengan proses penggaraman ataupun tanpa penggaraman. Sebagai produk fermentasi terasi terbentuk akibat adanya pertumbuhan mikroba secara spontan yang menyebabkan terbentuknya asam amino, asam lemak dan senyawa lain yang memberikan aroma khas (Karim, 2014).

Terasi digunakan sebagai bumbu dalam beragam masakan Indonesia. Terasi dibuat dari udang kecil atau rebon dengan penambahan garam difermentasi pada suhu tertentu selama beberapa hari (Rahmayati *dkk.*, 2014). Salah satu terasi yang terkenal di Indonesia yaitu terasi Toboali. Terasi Toboali merupakan terasi yang diproduksi di daerah Toboali, Bangka Selatan yang terkenal dengan kelezatannya, dibuat tanpa pengawet, tanpa pewarna dan tidak pahit (Prihanto dan Muyasyaroh, 2021). Terasi ini dibuat dengan cara mencampur udang *Acetes japonicus* dengan garam kemudian difermentasi selama 48 jam. Terasi Toboali memiliki kandungan asam glutamat dan protein yang tinggi serta rasa yang disukai namun terasi ini memiliki total bakteri yang melebihi batas yang diperbolehkan pada bahan pangan (Helmi *dkk.*, 2022).

Kandungan bakteri dalam terasi tercantum dalam standar kualitas mikrobiologis terasi menurut SNI 2076:2016. Setiawan *dkk.*, (2014) menemukan beberapa bakteri pada terasi udang seperti *Bacillus sp.*, *Staphylococcus sp.*, *Pseudomonas sp.*, *Erishipelothrix sp.*, *Neisseria sp.*, *Listeria sp.*, dan *Corynebacterium sp.*. Standar kualitas mikrobiologis terasi adalah tidak

mengandung bakteri *E. coli* dan *Salmonella* dengan standar batas bakteri yang diperbolehkan pada bahan pangan yaitu 105 CFU/g (Pal *dkk.*, 2016). Ada beberapa faktor yang mempengaruhi keberadaan bakteri pada terasi dapat berasal dari air yang digunakan untuk mencuci udang, peralatan, atau mikroorganisme yang berasal dari tanah selama proses pengeringan (Helmi *dkk.*, 2022). Keberadaan bakteri pada terasi ataupun makanan lainnya menunjukkan rendahnya sanitasi. Proses pembuatan makanan fermentasi dengan menggunakan bahan baku dan peralatan yang tidak steril dapat menyebabkan tumbuhnya bakteri patogen (Lee *dkk.*, 2014).

Garam merupakan bahan pengawet pada makanan dengan cara mengikat air sehingga menyebabkan menurunnya air yang tersedia untuk pertumbuhan bakteri. Umumnya terasi dibuat dengan garam 10-15% (Ali *dkk.*, 2020) Penggunaan garam yang terlalu rendah dapat meningkatkan mikroorganisme pembusuk pada produk makanan fermentasi termasuk terasi (Shi *dkk.*, 2022). Penggunaan garam yang berlebihan pada produk makanan fermentasi dapat menghambat proses enzimatik mikroorganisme (Lee *dkk.*, 2014) dan mengurangi nutrisi (Cai *dkk.*, 2017). Garam dapat mempengaruhi kualitas makanan fermentasi dengan cara menekan pertumbuhan bakteri pembusuk dan patogen sehingga hanya bakteri yang halofil dapat bertahan pada proses fermentasi (Lee *dkk.*, 2022).

Pada terasi dengan garam rendah melibatkan peranan bakteri asam laktat seperti *Tetragenococcus muriaticus* (Helmi *dkk.*, 2022). Pada proses pembuatan makanan fermentasi, bakteri asam laktat berperan menghasilkan bakteriosin dan menurunkan pH sehingga menghambat bakteri patogen dan pembusuk (Yang *dkk.*, 2020). Pada proses fermentasi makanan dengan kadar garam tinggi terlibat bakteri halofil. Bakteri halofil berperan menghambat pertumbuhan bakteri non halofil

termasuk bakteri patogen. Produsen terasi menambahkan garam yang lebih banyak pada saat musim penghujan untuk mencegah pertumbuhan bakteri patogen dan pembusuk sehingga terasi lebih awet.

2.11 Fermentasi

Pada umumnya istilah fermentasi digunakan untuk menunjukkan proses pengolahan glukosa menjadi alkohol yang berlangsung secara anaerob. Namun, seiring dengan berkembangnya teknologi dan ilmu pengetahuan, definisi fermentasi berkembang menjadi perombakan senyawa organik yang disebabkan oleh adanya aktivitas enzim yang dihasilkan oleh mikroorganisme (Jannah, 2010). Enzim yang dihasilkan oleh mikroorganisme selama fermentasi akan mengorvensi substrat menghasilkan produk yang diinginkan.

Berdasarkan media yang digunakan, fermentasi dapat dilakukan dengan dua metode yaitu fermentasi padat (*solid state fermentation*) dan fermentasi terendam (*submerged fermentation*). Pada fermentasi padat, mikroorganisme akan tumbuh pada permukaan maupun interior bahan padat tanpa fase air mengalir bebas. Sementara metode kultur terendam melibatkan pertumbuhan mikroorganisme sebagai suspensi dalam media cair tempat nutrisi terlarut (Couto dan Sanroman, 2006). Berdasarkan kebutuhan oksigennya, fermentasi dibagi menjadi fermentasi aerob dan fermentasi anaerob. Pada proses fermentasi aerob, mikroba memerlukan adanya oksigen agar dapat mencerna glukosa untuk menghasilkan air, CO₂ dan sejumlah energi. Sementara fermentasi anaerob tidak memerlukan oksigen karena beberapa mikroba dapat mencerna bahan energi tanpa adanya oksigen (Nuraida dkk., 2022).

2.12 Starbio (Starter Biologi)

Starbio merupakan koloni berbagai bakteri alami yang terdiri dari bakteri sellulolitik, lignolitik, proteolitik dan lipolitik (Sudarsana, 2000). Starter merupakan bahan tambahan yang digunakan pada tahap awal proses fermentasi. Starter merupakan biakan mikroba tertentu yang ditumbuhkan di dalam substrat atau medium untuk tujuan proses tertentu (Kusumaningati *dkk.*, 2013).

Syarat starter fermentasi adalah murni, unggul, stabil dan bukan patogen. Fermentasi yang prosesnya menggunakan starter disebut fermentasi tidak spontan. Fermentasi tidak spontan adalah fermentasi yang terjadi dalam bahan yang dalam pembuatannya ditambahkan mikroorganisme dalam bentuk starter atau ragi. Mikroorganisme tersebut akan tumbuh dan berkembangbiak secara aktif merubah bahan yang difermentasi menjadi produk yang diinginkan (Suprihatin, 2010).

Faktor nutrisi dan lingkungan sangat mempengaruhi kecepatan pertumbuhan mikrobia. Proses fermentasi dapat terus berlangsung dengan memanfaatkan glukosa sebagai sumber energi. Nutrien di dalam medium semakin berkurang seiring bertambahnya lama fermentasi, dengan adanya jumlah sel yang semakin bertambah dapat mengakibatkan kompetisi dan akhirnya akan memasuki fase kematian (Kusumaningati *dkk.*, 2013).

Sebagai rujukan komposisi bakteri pada Em4, yaitu Bakteri *Lactobacillus sp.* sebanyak $1,09 \times 10^7$ cfu/ml, Bakteri *Saccharomyces sp.* sebanyak $4,30 \times 10^7$ cfu/ml dan pH sebesar 3,25.