

BAB II

TINJAUAN TEORITIS

2.1 Kerangka Teoritis

2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi Lele

Hewan itu unik, dimulai dari bentuk tubuhnya dan kebiasaannya, berikut merupakan ayat Al-qur'an tentang pembentukan hewan.

وَاللَّهُ خَلَقَ كُلَّ دَابَّةٍ مِّن مَّاءٍ ۚ فَمِنْهُمْ مَّن يَمْشِي عَلَىٰ بَطْنِهِ ۗ وَمِنْهُمْ مَّن يَمْشِي عَلَىٰ رِجْلَيْنِ وَمِنْهُمْ مَّن يَمْشِي عَلَىٰ أَرْبَعٍ ۗ يَخْلُقُ اللَّهُ مَا يَشَاءُ ۗ إِنَّ اللَّهَ عَلَىٰ كُلِّ شَيْءٍ قَدِيرٌ

Terjemahannya:

“Dan Allah menciptakan semua jenis hewan dari air, maka sebagian ada yang berjalan di atas perutnya dan sebagian berjalan dengan dua kaki, sedang sebagian (yang lain) berjalan dengan empat kaki. Allah menciptakan apa yang Dia kehendaki. Sungguh, Allah Maha kuasa atas segala sesuatu. (Surah An-Nur : 45).”

Komoditas unggul di Indonesia adalah Semakin banyaknya ikan air tawar yang dibudidayakan menunjukkan bahwa ikan lele merupakan salah satu jenis ikan air tawar yang terbukti memiliki potensi untuk dikembangkan. Sebanyak 3.068,89 ton ikan lele diproduksi di wilayah Nusa Tenggara Barat pada tahun 2020. Target produksi perikanan budidaya pada tahun 2022 telah ditetapkan sebesar 18,77 juta ton untuk memenuhi tujuan program terobosan budidaya perikanan untuk ekspor, menurut Kementerian Kelautan dan Perikanan. Perikanan (2022). Ikan lele memiliki profil nutrisi yang sangat bervariasi, dengan proporsi protein yang tinggi (dari 17,7% menjadi 26,7%) dan lemak (dari 0,95% menjadi 11,5%). Ikan lele mungkin bisa digolongkan sebagai makanan rendah lemak dan tinggi protein. Selain itu, ikan lele kaya akan asam amino dan mengandung sejumlah vitamin dan mineral penting lainnya, termasuk vitamin A, fosfor, vitamin B1, kalsium, vitamin B6, karoten, dan vitamin B12 (Luh Ayu Gita Astriani *et al.*, 2019).

Perkembangan ikan sangat dipengaruhi oleh suhu. Ikan cenderung lebih lapar ketika suhu air naik. Penyelidikan menemukan bahwa tingkat kualitas udara berkisar antara 27 dan 30°C. Berdasarkan penelitian Wakhida & Silalahi (2018), kisaran suhu tersebut diduga merupakan ciri khas bagi kehidupan benih ikan lele, karena memerlukan suhu antara 25 hingga 32°C untuk menjamin kelangsungan hidup ikan lele.

pH (tingkat keasaman) suatu perairan adalah ukuran kapasitasnya untuk menghasilkan garam mineral. Organisme yang dipelihara mungkin menderita jika tingkat pH tidak sesuai dengan kebutuhannya. Berdasarkan temuan penelitian, rata-rata derajat keasaman setiap perlakuan bervariasi dari 7,1 hingga 8,1, yang dianggap menguntungkan bagi pertumbuhan ikan lele. Menurut pedoman Badan Standardisasi Nasional (2002), kisaran pH ideal untuk pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan lele (*Clarias sp.*) adalah antara 6,5-8. Penggunaan alat *mirobubble* sebagai sumber oksigen memberikan nilai pH yang konsisten dan ideal untuk pertumbuhan ikan lele (Ratulangi *et al.*, 2022).

Klasifikasi ikan lele sebagai berikut:

Phillum	: <i>Chordata</i>
Kelas	: <i>Pisces</i>
Sub Kelas	: <i>Telestei</i>
Ordo/Bangsa	: <i>Ostariophysi</i>
Sub Ordo Bangsa	: <i>Siluridae</i>
Famili/Suku	: <i>Claridae</i>
Genus/Marga	: <i>Clarias</i>
Species/Jenis	: <i>Clarias sp.</i>

Ikan lele dapat bertahan hidup di udara yang kotor atau rendah oksigen karena kulit tubuhnya yang halus, berlendir, tidak bersisik, dan organ-organnya yang arborescent. Ikan lele mempunyai kepala yang pipih, badan memanjang yang pipih ke bawah (tekan), dan empat pasang kumis yang berfungsi sebagai alat peraba. Warnanya hitam keabu-abuan. Ikan lele menghuni berbagai lingkungan air tawar, antara lain rawa, kolam, danau, waduk, sungai dengan aliran air sedang, dan kota kecil dengan kolam. Suhu antara 20 hingga 30 derajat Celcius cocok untuk kehidupan ikan lele, dengan suhu sempurna sekitar 27 derajat Celcius, kandungan

oksigen terlarut di atas 3 ppm, pH antara 6,5 hingga 8, dan kandungan NH₃ kurang dari 0,05 ppm. Dalam hal pangan, ikan lele termasuk ke dalam kelompok omnivora, yang berarti mereka dapat memakan berbagai jenis makanan. Selain itu, ikan lele juga memiliki sifat scavenger, yang berarti mereka dapat memakan sisa-sisa organik dan bangkai (Manik *et al.*, 2022).

Minimnya pengontrolan kualitas air merupakan penyebab utama penyakit yang menyerang ikan lele, yang kemudian dapat mengurangi daya tahan tubuh ikan dan memungkinkan serangan penyakit. Menyaring kotoran atau sisa pakan yang terkumpul di dasar wadah pengangkat diperlukan setiap tiga hari untuk menjaga kondisi udara tetap optimal. Dengan udara yang terkontaminasi mengandung zat-zat yang berbahaya bagi benih, maka penyimpanan ini berupaya menghindari pemupukan bahan organik dari kotoran, larva yang mati, atau sisa pakan.

Untuk menjaga kualitas air dalam budidaya ikan lele, salah satu upaya yang dilakukan adalah rekayasa manusia. Produk limbah pencernaan ikan dapat berdampak pada kualitas udara, sehingga para peneliti menggunakan berbagai teknik untuk menjaganya, termasuk mencampurkan makanan ikan. Selain itu, perairan yang digunakan untuk budidaya ikan memerlukan rekayasa langsung. Untuk mengetahui bagaimana penambahan ekoenzim pada budidaya ikan lele akan mempengaruhi kualitas air, telah dilakukan penelitian. Karena ekoenzim diketahui berperan dalam pemurnian udara, para peneliti memutuskan untuk menggunakan teknik untuk memperkenalkan ekoenzim. Langkah ini dilakukan untuk mengatasi permasalahan kualitas udara yang dapat mempengaruhi kesehatan dan pertumbuhan ikan lele pada sistem budidaya.

Ikan berkembang ketika suhu meningkat karena hal ini berdampak baik pada laju pernapasan, konsumsi pakan, aktivitas enzim, konsumsi oksigen, dan metabolisme pakan. Suhu udara yang rendah dapat menurunkan kadar oksigen di udara, yang dapat membuat ikan stres. Stres pada ikan mengacu pada kapasitas organisme untuk menahan rangsangan eksternal (stres) dan mempertahankan parameter homeostatisnya. Ikan yang mengalami stres sering kali menunjukkan penurunan pertumbuhan dan tingkat reproduksi serta peningkatan kerentanan terhadap penyakit. Selain itu, pertumbuhan yang lebih lambat dapat mengakibatkan resistensi seseorang terhadap beberapa penyakit. Selain itu, nafsu makan ikan akan

menurun dan proses metabolismenya akan terhambat, sehingga menyebabkan sejumlah dampak negatif seperti pertumbuhan yang buruk, penurunan berat badan, dan sisa pakan (Masturoh & Anggita, 2018). Variasi suhu berdampak pada metabolisme, yang berkorelasi dengan kecepatan hewan di udara mengonsumsi oksigen dan jumlah oksigen terlarut di atmosfer. Berbagai penelitian telah dilakukan mengenai pengaruh suhu terhadap pertumbuhan ikan lele, termasuk menentukan suhu ideal untuk perkembangan larva ikan lele dumbo (Sudarwati & Fernanda, 2021)

Intensitas suhu yang umumnya direkomendasikan untuk budidaya ikan lele adalah 26-32°C. Namun Lestari & Dewantoro (2018) menegaskan bahwa 28,75–30°C merupakan suhu ideal untuk ikan lele dumbo. Penelitian tambahan yang dilakukan Herdelah & Zulkhasyni (2019) mengungkapkan bahwa 26,1-29,5°C merupakan kisaran suhu ideal untuk pertumbuhan ikan lele Sangkuriang. Nafsu makan ikan lele cenderung menurun seiring dengan turunnya suhu air di bawah kisaran tersebut. Situasi sebaliknya terjadi ketika suhu meningkat, dengan jumlah oksigen terlarut di udara menurun. Agar ikan lele dapat tumbuh dan berkembang secara maksimal, penting untuk menjaga suhu udara dalam kisaran tertentu.

Oksigen menjadi pembatas faktor dalam lingkungan air. Segala aktivitas biota akan terhambat jika oksigen di udara tidak mencukupi kebutuhan biota yang dibudidayakan. Ikan membutuhkan oksigen karena dua alasan yang sangat penting. Pertama, metabolisme ikan mempengaruhi kebutuhan konsumtif. Kedua, persyaratan lingkungan beberapa spesies. Untuk keperluan pembakaran bahan bakar, atau makanan, yang digunakan dalam aktivitas seperti berenang, pertumbuhan, dan reproduksi, makhluk di udara membutuhkan oksigen. Akibatnya, jumlah oksigen yang tersedia untuk organisme udara mempengaruhi laju pertumbuhan, konversi pakan, dan siklus aktivitasnya (Masturoh & Anggita, 2018).

2.1.2 Tinjauan Umum Amonia

Cairan amonia, yang tidak berwarna dan memiliki bau yang sangat tajam, mudah larut dalam air, tanah dan udara sama-sama mengandung amonia. Oksidasi amonium aerobik oleh bakteri *Nitrosomonas* dan *Nitrosococcus* menghasilkan nitrit, yang merupakan langkah pertama dalam sintesis amonia. Setelah itu, bakteri

Nitrobacter aerob akan mengoksidasi nitrit yang dihasilkan sehingga menghasilkan nitrat. Jika tubuh terkena amonia dalam jumlah lebih banyak daripada yang dapat ditoleransi, kondisi ini dapat menjadi beracun. Amonia dapat masuk ke dalam tubuh seseorang melalui sistem pencernaan dan pernafasannya. Paparan uap amonia dapat berbahaya bagi manusia karena berpotensi mengiritasi mata, kulit, dan sistem pernapasan. Amonia dapat diproduksi di udara melalui pemecahan nitrogen anorganik yang berasal dari penguraian bahan organik mati seperti tumbuhan dan biota laut, serta nitrogen organik yang berasal dari protein dan urea. Melalui proses amonifikasi, jamur dan bakteri melakukan aktivitas tersebut (Kurniawan *et al.*, 2022).

Amonia dapat berubah menjadi racun jika masuk ke dalam tubuh manusia dalam jumlah yang lebih banyak daripada yang dapat dinetralkan oleh tubuh. Paparan uap amonia menimbulkan risiko terbesar bagi kesehatan manusia karena dapat mengiritasi kulit, mata, dan sistem pernapasan. Paparan uap amonia dalam jumlah besar dapat berakibat fatal. Di lingkungan air, peningkatan konsentrasi amonia dapat menyebabkan keracunan pada sebagian besar organisme perairan. Oleh karena itu, penting untuk melakukan pemeriksaan kandungan amonia dalam air.

Keberadaan amonia yang berlebihan di perairan dapat menimbulkan sejumlah masalah, termasuk eutrofikasi yang merusak ekosistem perairan. Manusia dapat terserang sejumlah penyakit akibat paparan amonia dalam waktu lama, termasuk kerusakan paru-paru dan kebutaan. Reaksi amonia dengan klorin, yang merupakan desinfektan yang paling umum digunakan dalam pengolahan air minum, mengakibatkan peningkatan permintaan klorin dan penurunan efisiensi desinfeksi (Hamonangan & Yuniarto, 2022).

2.1.2 Tinjauan Umum Reduksi

Reduksi merupakan proses di mana suatu zat menangkap elektron atau mengalami penurunan bilangan oksidasi. Reduktor, di sisi lain, adalah zat yang bertindak sebagai agen reduksi dalam suatu reaksi. Dalam reduksi, terjadi penurunan bilangan oksidasi suatu zat dan peningkatan jumlah elektron. Dengan demikian, reduksi terjadi ketika suatu zat kehilangan oksigen, sesuai dengan penjelasan yang diberikan. Dalam konteks reaksi redoks, reduksi adalah proses

ketika suatu atom mengalami penurunan bilangan oksidasi. Reduksi dapat juga dijelaskan sebagai reaksi dimana suatu zat mengalami kehilangan oksigen. Sejumlah contoh reaksi redoks yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari meliputi perkaratan, pembakaran, pembusukan, fotosintesis, dan metabolisme.

Penerapan yang melibatkan peristiwa reduksi sangat banyak. Misalnya, pelarut asam nitrat digunakan di sektor kimia sebagai bahan mentah atau dalam produksi pupuk untuk pertanian. Reduksi juga digunakan untuk mengevaluasi jumlah sulfat dalam garam, menghindari pencemaran air laut selama sianidasi sumber daya emas, dan menurunkan jumlah amonia dalam limbah industri karet dengan menggunakan unsur kimia arsenik. Metode ini bersifat ramah lingkungan dan isolat bakteri petrofilik yang digunakan dapat tahan terhadap lingkungan ekstrim, khususnya pada kadar amoniak yang tinggi (Nurisman *et al.*, 2023).

2.1.3 Tinjauan Umum Bioremediasi

Bioremediasi adalah teknik remediasi yang menggunakan agen biologis termasuk bakteri, jamur, tumbuhan, dan alga untuk memecah atau mengurangi polutan organik dan anorganik. Dibandingkan dengan teknik bioremediasi lainnya, teknik bioremediasi dianggap lebih hemat biaya dan ramah lingkungan. Limbah atau kontaminan diubah menjadi bahan kimia anorganik seperti karbon dioksida, udara, dan metana selama proses bioremediasi, atau dikeringkan seluruhnya.

Bioremediasi adalah suatu metode yang, melalui mineralisasi, detoksifikasi, degradasi, atau transformasi, menurunkan konsentrasi polutan atau racun ke tingkat yang aman menggunakan proses biologis. Ketersediaan dan aksesibilitas kontaminan di lingkungan berdampak pada kapasitas mikroorganisme untuk mendegradasi atau mendetoksifikasi polutan, yang mana hal ini sangat penting bagi efektivitas bioremediasi. Jenis substrat yang dapat diakses (jenis dan tipe molekul yang dipecah), suhu, dan kelembapan merupakan contoh variabel lingkungan yang mempengaruhi seberapa baik fungsi mikroorganisme. Reaksi biologis utama dalam bioremediasi adalah reaksi metabolisme sel, dimana reaksi redoks memungkinkan mikroorganisme memecah zat pencemar baik di dalam maupun di luar sel. Enzim mikroba yang dihasilkan oleh mikroba mendukung proses ini. (Melati, 2020).

Efektivitas bioremediasi dipengaruhi oleh variabel seperti pH, suhu, kandungan oksigen, nutrisi, dan parameter abiotik lainnya. Beberapa negara, seperti Indonesia, telah banyak menerapkan metode bioremediasi. Meskipun banyak penelitian telah menunjukkan bahwa bioremediasi dapat secara efektif menghilangkan berbagai macam polutan, hanya sedikit yang diketahui tentang gagasan mendasar, metode, manfaat, dan kelemahan dari setiap pengobatan. (Melati, 2020).

Sejak tahun 70-an dan 80-an, kemampuan mikroba dalam mendegradasi hidrokarbon telah dimanfaatkan, terutama di lahan pertanian yang menjadi tempat pembuangan minyak. Mikroba yang digunakan dalam proses tersebut dapat berupa kultur tunggal maupun kultur campuran yang mampu mengurai minyak bumi. Saat diterapkan untuk mengatasi limbah minyak, kemampuan degradasi mikroba tersebut umumnya lebih baik jika dijadikan sebagai kultur konsorsium atau campuran. Mangkoedihardjo (2005) menekankan bahwa mikroba yang mengurai minyak tidak bekerja secara individual atau sebagai spesies tunggal, melainkan sebagai konsorsium yang terdiri dari berbagai spesies.

Prinsip bioremediasi adalah memulihkan kondisi lingkungan sebelum polusi dengan menggunakan mikroorganisme untuk menguraikan bahan kimia berbahaya yang ada di area yang terkontaminasi. Kemampuan bakteri untuk memecah polutan sangat penting dalam proses bioremediasi. Kapasitas perkembangan dan degradasi mikroorganisme dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti pH, suhu, kelembaban, jenis substrat, ketersediaan oksigen, dan nutrisi (Holifah & Harjono, 2018).

Pengembangan dari bidang bioteknologi lingkungan, yang dikenal sebagai bioremediasi, dimanfaatkan untuk mengendalikan pencemaran dengan menggunakan proses biologi. Selain ekonomis, bioremediasi dapat dilakukan langsung di tempat, *in situ*, dengan menggunakan proses alami. Berbagai elemen, termasuk aktivitas mikroba, pola makan, tingkat kekeringan, dan kondisi iklim, mempengaruhi seberapa cepat logam berat dipecah oleh mikroba. Ada dua kategori teknologi bioremediasi: *In Situ* dan *Ex Situ*. *Ex situ* melibatkan pengolahan fisik, seperti pemindahan bahan terkontaminasi ke tempat penanganan lanjutan, penggunaan bioreaktor, pengolahan lahan, pengomposan, dan berbagai perlakuan

fase padat lainnya. Sementara itu, *In situ* adalah perlakuan yang langsung diterapkan pada lokasi yang tercemar, tanpa perpindahan bahan terkontaminasi.

Mikroorganisme melimpah di biosfer karena kapasitas metabolismenya yang luar biasa dan kemampuannya untuk berkembang biak di berbagai lingkungan lingkungan. Keanekaragaman mikroorganisme dalam pakan juga dapat digunakan untuk membantu biodegradasi polutan. Melalui tindakan makhluk hidup, sebagian besar senyawa organik dan sejumlah bahan anorganik rentan terhadap serangan enzimatik. Zat-zat ini merupakan sebagian besar pencemar lingkungan masyarakat modern, dan kata "biodegradasi" biasanya merujuk pada tindakan enzimatik ini. Bioremediasi adalah pemanfaatan proses biodegradasi secara efektif untuk menghilangkan atau mendetoksifikasi polutan yang masuk ke lingkungan dan menimbulkan risiko kesehatan bagi masyarakat, terutama akibat racun di tanah, udara, atau sedimen. Hal ini didasarkan pada kemampuan bakteri tertentu untuk beradaptasi, mengubah, dan menggunakan kontaminan berbahaya sebagai sumbernya. menghasilkan biomassa dan energi dalam prosesnya (Evitasari *et al.*, 2020).

2.1.5 *Saccharomyces cerevisiae*

Khamir, atau yeast, merupakan jenis fungi uniseluler yang berukuran mikroskopis. Ukuran sel yeast bervariasi, dengan panjang berkisar antara 5 hingga 20 μm dan lebar antara 1 hingga 10 μm . Morfologi sel ragi yang berbeda termasuk kokus, silindris, basil, dan apikulat. Karena ragi dapat berkembang dalam media dengan konsentrasi zat terlarut (gula atau garam) yang lebih tinggi daripada yang dapat ditoleransi oleh bakteri, kondisi pertumbuhan ideal bagi ragi adalah kondisi dengan ketersediaan air yang cukup. Contoh ragi osmofilik adalah *Saccharomyces cerevisiae*, yang memiliki kebutuhan aktivitas air yang rendah. *Saccharomyces cerevisiae* yang berbeda dengan mikroba lain dalam morfologi dan fisiologinya, memiliki kemampuan memproduksi enzim ekstrakurikuler. *Saccharomyces cerevisiae* dan *Candida tropicalis* memiliki beberapa ciri yang berbeda, antara lain berwarna putih, menonjol, berbentuk kokus, dan permukaan halus dan mengkilap. *Saccharomyces cerevisiae* banyak digunakan dalam sektor makanan, khususnya dalam produksi kue dan minuman beralkohol. Karena *Saccharomyces cerevisiae* menghasilkan gas yang membuat adonan mengembang dan menyebabkan roti

mengembang dan menjadi keropos, maka ini merupakan bahan penting dalam pembuatan roti. Selain itu, enzim maltase, yang mengubah maltosa menjadi glukosa, terdapat di *Saccharomyces cerevisiae*. *Saccharomyces cerevisiae* memfermentasi glukosa untuk menghasilkan etanol, CO₂, dan beberapa komponen volatil yang menguap menjadi minuman beralkohol jadi. Bahan baku yang digunakan dalam produksi minuman beralkohol bervariasi; misalnya penggunaan malt menghasilkan bir, sedangkan penggunaan anggur menghasilkan anggur. Terjadi secara alami di tanah, *Saccharomyces cerevisiae* adalah pemain kunci dalam hidrolisis selulosa di tanah. Selain itu buah juga mengandung *Saccharomyces cerevisiae* (Palupi *et al.*, 2015).

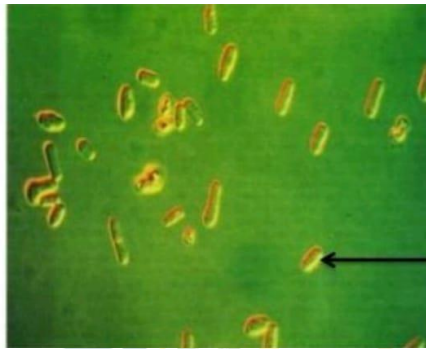
Kemampuan untuk memanfaatkan khamir dalam industri sangat tergantung pada kualitas khamir yang digunakan. Karenanya, penting untuk mencari jenis khamir yang memiliki toleransi tinggi terhadap kondisi-kondisi industri yang umum. Isolasi merupakan tahap krusial dalam biologi, terutama mikrobiologi, yang harus dilakukan untuk memperoleh kultur murni dari mikroorganisme. Proses ini melibatkan pemindahan mikroorganisme dari habitat aslinya untuk mendapatkan isolat yang murni. Setelah isolasi, isolat tersebut dapat dikarakterisasi untuk memahami sifat dan manfaatnya. Karakterisasi bisa mencakup morfologi, fisiologi, dan biokimiawi (Abubakar *et al.*, 2021).

Penguraian sisa-sisa organik yang mati menjadi unsur-unsur yang dikembalikan ke tanah (seperti N, P, K, Ca, Mg, dll) dan atmosfer (seperti CH₄ dan CO₂) merupakan fungsi krusial organisme pemecah bahan organik. Makhluk biologis penting yang memiliki kemampuan mengurai sampah adalah bakteri. Bakteri ini sangat mudah beradaptasi, sehingga memungkinkan mereka untuk berkembang pada substrat bahkan dalam kondisi dimana spesies lain tidak dapat berkembang di sana. Aktivator yang dikenal sebagai renovator organik diberikan dengan tujuan menyebabkan penguraian komponen organik. Banyak spesies bakteri yang mampu menguraikan sampah organik, antara lain *Saccharomyces cerevisiae*, *Achromobacter* sp., *Bacillus* sp., *Staphylococcus* sp., *Flavobacterium* sp., *Clostridium* sp., *Streptomyces* sp., *Thermonospora* sp., *Micropolyspora* sp., *Thermoactinomyces* sp., dan lain-lain.

Jenis ragi yang dikenal dengan nama *Saccharomyces cerevisiae* mampu mengubah glukosa menjadi CO₂ dan etanol. *Saccharomyces* adalah anggota kelompok mikroorganisme eumycetes bersel tunggal yang kekurangan klorofil. Kondisi pertumbuhan ideal bakteri ini adalah sekitar 30°C dan pH 4,5 hingga 5. Ketersediaan nutrisi seperti karbon sebagai sumber karbon, nitrogen, amonium, pepton, mineral, dan vitamin mempengaruhi kemampuan *Saccharomyces* untuk berkembang. Penurunan amonia yang disebabkan oleh *saccharomyces cerevisiae* dikarenakan adanya pengaktifan enzim protease yang berperan untuk mempercepat reaksi pemecahan protein. Molekul hasil hidrolisis protein bermanfaat dalam mempermudah pencernaan yang nantinya akan diserap pada saluran pencernaan ikan, dimana hal itu berdampak pada peningkatan efisiensi pemanfaatan pakan. Kemampuan *Saccharomyces cerevisiae* dalam melakukan bioremediasi terhadap senyawa organik seperti glukosa, gliserol, dan nitrogen sangat bergantung pada kehadiran senyawa karbohidrat dalam bentuk glukosa, lipid, dan bentuk gliserol, serta nitrogen dalam media. Kehadiran senyawa-senyawa ini sangat diperlukan untuk proses biosintesis sel.

Proses metabolisme mikroba, seperti penguraian glukosa, penting untuk sintesis dinding sel. Glukosa diubah menjadi hexosa fosfat dan nukleotida histidin, yang digunakan dalam pembentukan energi ATP dan DNA. Lipid dalam bentuk gliserol juga berperan kunci dalam sintesis membran sitoplasma dan produksi energi. Selain itu, nitrogen, komponen utama protein, terdapat dalam dinding sel *Saccharomyces cerevisiae*. Mikroorganisme ini memiliki potensi sebagai biosorben logam berat karena material dinding selnya dapat menyerap logam-logam tersebut dengan tingkat efisiensi yang tinggi. Ketersediaan material dinding sel yang tinggi dan kemudahan perolehannya membuat *Saccharomyces cerevisiae* menjadi pilihan menarik untuk proses bioremediasi. Oleh karena itu, pemberian suspensi *Saccharomyces cerevisiae* mampu secara signifikan mengurangi konsentrasi amonia dalam air kolam ikan lele (Khazalina, 2020).

2.1.6 Klasifikasi *Saccharomyces cerevisiae*



Gambar 2.1 *Saccharomyces cerevisiae* (Khazalina, 2020)

Klasifikasi *Saccharomyces cerevisiae*

Filum	: <i>Ascomycota</i>
Subfilum	: <i>Saccharomycotina</i>
Class	: <i>Saccharomycetes</i>
Ordo	: <i>Saccharomycetales</i>
Family	: <i>Saccharomycetaceae</i>
Genus	: <i>Saccharomyces</i>
Species	: <i>Saccharomyces cerevisiae</i>

(Kustyawati, 2018).

2.1.7 Ekoenzim

Manfaat ekoenzim menjadi sangat beragam ketika menggunakan sampah organik sebagai bahan baku. Proses fermentasi yang melibatkan pencampuran sampah organik, gula, dan air menghasilkan gas O₃ (ozon), dan akhirnya menghasilkan cairan pembersih dan pupuk yang ramah lingkungan. (Permatahati & Yanti, 2021).

Mirip dengan proses pembuatan kompos, proses pembuatan ekoenzim melibatkan air sebagai media pertumbuhan. Produk akhirnya adalah cairan yang lebih mudah digunakan. Keistimewaan ekoenzim ini adalah tidak memerlukan lahan yang luas seperti pada pembuatan kompos, bahkan tidak memerlukan bak komposter dengan spesifikasi tertentu. Botol-botol bekas air mineral atau produk lain yang sudah tidak terpakai dapat dimanfaatkan.

Ekoenzim memiliki manfaat yang beragam. Dengan memanfaatkan sampah organik sebagai bahan bakunya dan mencampurnya dengan gula serta air, proses fermentasi menghasilkan gas O₃ (ozon) dan menghasilkan cairan pembersih serta pupuk yang ramah lingkungan. Konsep reuse juga didukung untuk menyelamatkan lingkungan. Ekoenzim memiliki banyak manfaat, seperti sebagai faktor pertumbuhan tanaman, campuran deterjen pembersih lantai, pembersih sisa pestisida, pembersih kerak, dan pendinginan suhu radiator mobil. Ekoenzim dihasilkan melalui fermentasi campuran gula merah, air limbah dapur atau sayuran segar, serta limbah bah. Menurut Tang dan Tong, proses tersebut memakan waktu sekitar 3 bulan..

Ekoenzim, yang dikenal sebagai cairan serbaguna, menjadi fokus penelitian yang cukup intens. Penggunaannya dieksplorasi dalam berbagai aplikasi, termasuk dalam bidang bioremediasi dan peningkatan penguraian lumpur IPAL di area industri. Selain itu, ekoenzim juga menunjukkan potensi untuk mengurangi tingkat amonia dalam air. Baik ekoenzim yang dibuat dari limbah buah jambu atau nanas, maupun yang berasal dari limbah buah jeruk, memiliki kemampuan untuk itu. Selain menurunkan amonia, ekoenzim juga mampu mengurangi tingkat deterjen dalam limbah air domestik. Beberapa penelitian juga menunjukkan bahwa ekoenzim dapat meningkatkan degradasi lumpur di sektor akuakultur dan industri susu. Efek ini tercermin melalui penurunan jumlah total padatan terlarut (TS), total nitrogen terlarut (TKN), *COD (Chemical Oxygen Demand)*, dan *BOD (Biochemical Oxygen Demand)*. Studi tentang penggunaan ekoenzim untuk limbah domestik telah menemukan penurunan signifikan dalam konsentrasi amonia.

Ekoenzim yang digunakan berbahan limbah kulit jeruk. Limbah tersebut banyak ditemukan di lingkungan sekitar sehingga pemanfaatannya sebagai produk ekoenzim dapat meminimalisasi limbah yang dibuang ke lingkungan. Kulit jeruk kaya vitamin C dan pada kulit jeruk banyak memiliki kandungan minyak atsiri dan pektin (Nianti 2018). Ekoenzim berbahan kulit jeruk enzim multi hidrolitik, seperti enzim amilase, protease, dan lipase yang mampu mendegradasi air limbah (Arun dan Sivashanmugam, 2017). Enzim hidrolitik ekstraseluler cukup stabil, sangat

tahan terhadap bahan kimia, dan berfungsi pada rentang suhu yang cukup luas untuk bertahan hidup di lingkungan di luar pelindung dinding sel.

Menurut (Diah *et al.*, 2022) salah satu cara untuk menurunkan kadar *Amonia*, *Nitrit* dan *Dissolved Oxygen* pada air limbah budidaya lele adalah dengan cara mengaplikasikan ekoenzim pada air kolam budidaya ikan lele. Penambahan ekoenzim diharapkan akan menurunkan kadar amonia yang dapat menjadi racun bagi ikan yang dibudidayakan pada konsentrasi diatas 1.5 mg/L.

Beberapa penelitian mengenai toksisitas amonia telah banyak dilakukan. Hasil penelitian Olgalizia dkk, (2020) secara signifikan menunjukkan bahwa konsentrasi ekoenzim yang paling efisien dan ekonomis adalah pengenceran 10% kali dan dilaporkan dengan persentase penghilangan *Total Suspended Solid* (TSS) 89%, persentase penghilangan *Volatile Suspended Solids* (VSS) 78%, persentase pengurangan *Chemical Oxygen Demand* (COD) 88%, persentase penghilangan *Total Ammonia Nitrogen* (TAN) 94% dan persentase penghilangan *Total Phosphorus* (TP) 97%.

Selanjutnya menurut Hastuti & Subandiyono, menyatakan bahwa ikan lele pada budidaya konvensional menunjukkan tanda stres seiring dengan meningkatnya kadar amonia dalam sistem toksisitas paling umum dan mungkin terjadi pada kolam budidaya adalah terhambatnya pertumbuhan dari pada toksisitas akut yang mengarah pada kematian. Namun ambang batas toksisitas amonia sangat bergantung pada jenis spesies, ukuran, padatan halus, senyawa aktif permukaan, logam dan nitrat (Diah *et al.*, 2022).