BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

A. Udang Rebon

Indonesia negara kepulauan yang kaya akan potensi alam, potensi alam Indonesia yang dapat dimanfaatkan adalah udang rebon. Udang rebon merupakan hasil laut dari jenis udang dengan ukuran yang kecil dibandingkan dengan jenis udang lainnya. Udang rebon merupakan sumber protein hewani yang dapat dimanfaatkan untuk dijadikan olahan produk stik. Udang rebon mengandung protein dan mineral kalsium yang cukup tinggi yaitu sebesar 59,4 gr/100 gr dan 2306,0 mg/100 gr (Cryptocurrency *et al.*, 2021).

Udang rebon merupakan salah satu jenis udang putih yang berukuran sangat kecil yaitu sekitar 1-3 cm dan tidak dapat bertambah besar. Udang rebon hidup secara berkelompok dalam jumlah yang sangat banyak. Jenis udang ini muncul secara berkala pada bulan-bulan tertentu seperti pada musim penghujan . Udang rebon segar memiliki kandungan gizi yang cukup baik dan tinggi seperti protein, kalsium dan fosfor. udang rebon (*Acetes sp.)* adalah sumber protein yang baik dan sangat rendah lemak dan kalori, menjadikannya makanan pilihan yang sehat bagi para konsumen (Multazam, Kurniasih and Anggo, 2023).

Udang rebon ini mudah ditangkap dengan serok halus karena mereka hidup seperti plankton (Suyanto, 2009). Nelayan di sekitar Teluk Palu menyebut udang rebon dengan nama Lamale, dan kehadirannya di perairan Teluk Palu secara musiman, hal ini terlihat dari aktifitas nelayan yang melakukan penangkapan yang hanya dilakukan pada musim tertentu terutama pada musim hujan. Diversifikasi pangan dilakukan untuk menganekaragamkan sumber pangan dan membuat orang yang mengonsumsinya senang atau puas. Dengan sentuhan teknologi, keanekaragaman pengolahan pangan dapat dikembangkan, yang akamenghasilka produk olahan hasil perikanan yang menarik, aman bagi pengguna, memiliki nilai gizi yang baik, dan memiliki daya simpan yang lebih baik(Pramita *et al.*, 2023).

Udang rebon dikenal sebagai bahan pangan yang kaya akan zat gizi seperti protein, kalsium, dan berbagai mineral penting lainnya. Namun, dalam bentuk segar atau basah, udang ini mudah rusak karena tingginya kadar air yang mendukung pertumbuhan mikroorganisme pembusuk. Dalam kondisi basah, umur simpan

udang rebon hanya sekitar tiga hari. Oleh karena itu, diperlukan metode pengolahan dan pengawetan untuk memperpanjang masa simpannya serta mengurangi potensi limbah, terutama saat panen melimpah. Salah satu cara yang efektif untuk mengawetkan udang rebon adalah dengan metode pengeringan, yakni dengan menjemur di bawah sinar matahari hingga kadar airnya berkurang secara signifikan.

Udang rebon yang telah dikeringkan dapat bertahan hingga dua bulan jika disimpan dengan benar. Selanjutnya, udang rebon kering ini dapat digiling menjadi tepung. Pengolahan menjadi tepung tidak hanya memperpanjang umur simpan, tetapi juga mempermudah penggunaannya serta meningkatkan nilai ekonomis produk. Tepung udang rebon dapat dimanfaatkan sebagai bahan campuran makanan, bahan baku industri pangan, maupun pakan ternak, sehingga membantu mengurangi pemborosan hasil panen dan memberikan manfaat ekonomi yang lebih luas bagi masyarakat di wilayah pesisir (Mandati, Poniman and Rohman, 2022).



Gambar 1. Udang rebon

1. Manfaat Udang Rebon

Udang rebon merupakan sumber nutrisi yang kaya dan memberikan berbagai manfaat kesehatan penting. Kandungan protein yang tinggi pada udang rebon berperan dalam membangun dan memperbaiki jaringan tubuh, termasuk otot dan sel yang rusak akibat cedera atau penyakit. Selain itu, udang rebon memiliki kandungan kalsium, fosfor, dan kalium yang berfungsi menjaga kepadatan serta kekuatan tulang sehingga efektif dalam mencegah osteoporosis. Udang rebon juga mengandung zat besi dan vitamin B12 yang membantu mencegah anemia serta mendukung fungsi saraf dan pembentukan sel darah merah.

Salah satu manfaat utama udang rebon adalah kandungan proteinnya yang cukup tinggi. Selain itu, udang rebon juga mengandung berbagai mineral penting

seperti kalsium, fosfor, zat besi, magnesium, dan seng (zinc). Kalsium dan fosfor berperan penting dalam pembentukan dan pemeliharaan tulang serta gigi yang kuat.Protein sangat dibutuhkan oleh tubuh untuk pertumbuhan dan perbaikan jaringan, produksi enzim dan hormon, serta mendukung sistem imun.Produksi udang rebon ada dalam bentuk keadaan masih segar yang langsung bisa dimasak dan ada juga dalam bentuk udang rebon kering, dimana sejauh ini untuk proses pembuatan udang rebon kering ini mengandalkan pengeringan denganpanas matahari (Ummah, 2019).

Tepung udang rebon memberikan manfaat besar sebagai bahan pangan fungsional karena kandungan gizinya yang melimpah, terutama protein, kalsium, dan fosfor. Proses pengolahan udang rebon menjadi bentuk tepung bertujuan untuk memperpanjang umur simpan, mencegah kerusakan yang cepat pada udang rebon segar, serta mempermudah penggunaannya dalam berbagai produk olahan makanan. Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan tepung udang rebon ke dalam produk seperti kerupuk dapat meningkatkan kandungan gizi,seperti kadar protein, lemak, dan abu, sehingga meningkatkan kualitas nutrisi produk akhir.

Sebagai contoh, pada produk kerupuk udang rebon, penggunaan tepung dalam jumlah lebih tinggi mampu menaikkan kadar protein hingga 37,10%, menjadikannya sumber nutrisi yang potensial. Selain digunakan dalam produk pangan, tepung udang rebon juga terbukti efektif dalam bidang pakan ternak, khususnya dalam meningkatkan pertumbuhan dan kandungan protein benih ikan mas (*Cyprinus carpio*), yang mendukung keberlanjutan sektor budidaya perikanan.

Tidak hanya itu, tepung ini juga mampu meningkatkan kandungan protein pada organisme seperti *Daphnia magna*, yang sering digunakan sebagai pakan alami dalam budidaya perairan. Oleh karena itu, penggunaan tepung udang rebon tidak hanya memberikan nilai tambah secara ekonomi, tetapi juga berkontribusi terhadap pengurangan limbah hasil tangkapan udang rebon yang mudah rusak, serta menghasilkan produk pangan dan pakan yang lebih bergizi dan tahan lama (Hidayat, 2014).

2. Kandungan Gizi udang rebon

Tabel 1.Kandungan Gizi Udang Rebon per 100 gr

Zat Gizi	Udang Rebon Segar	Udang Rebon Kering
Air (g)	79.0	21.6
Protein (g)	16.2	59.4
Lemak (g)	1.2	3.6
Krbohidrat (g)	0.7	3.2
Abu (g)	2.9	12.2
Kalsium (mg)	757	2306
Fosfor (mg)	292	625
Besi (mg)	2.2	21.4
Zink (mg)	1.2	-
Thiamin (mg)	0.04	0,06
Riboflavin (mg)	0.1	-
Niacin (mg)	2.4	-

Sumber: TKPI, 2020

3. Tepung Udang Rebon

Tepung udang rebon (*Acetes erythraeus)* merupakan suatu bentuk pemanfaatan komoditas perairan yang mana udang rebon sangat disingkirkan oleh sebagian orang. Tepung udang rebon merupakan tepung yang terdiri dari kepala, cangkang dan daging. Tepung udang rebon memiliki gizi yang tinggi terutama kandungan proteinnya 59,4%, keunggulan lainnya adalah tingginya kandungan asam amino glutamate yang mengindikasikan adanya potensi yang menambah rasa gurih, dan kaya akan fosfor dan kalsium . Kalium dan fosfor merupakan dua komponen.

Tepung udang rebon merupakan produk olahan hasil perikanan yang memiliki prospek besar sebagai pangan fungsional dan sumber protein alternatif. Karena udang rebon segar mudah rusak, pengolahannya menjadi tepung dapat memperpanjang masa simpan sekaligus mempertahankan kandungan nutrisinya. Dalam publikasi Jurnal Ilmu dan Teknologi Perikanan UNDIP, disebutkan bahwa pemanfaatan tepung udang rebon dalam pembuatan kerupuk udang dapat meningkatkan kandungan gizi, khususnya protein, lemak, dan abu. Namun,

peningkatan konsentrasi tepung ini juga berdampak pada penurunan sifat fisik seperti kerenyahan dan daya mekar produk. Komposisi ideal diperoleh pada rasio 1:6 antara tepung udang rebon dan tepung tapioka, menghasilkan keseimbangan antara kualitas gizi dan penerimaan sensorik (Multazam, Kurniasih and Anggo, 2023).

Selain digunakan dalam pangan, tepung udang rebon juga menunjukkan efektivitas sebagai bahan pakan alternatif di sektor budidaya perikanan. Penelitian pada ikan mas (*Cyprinus carpio*) mengungkap bahwa penambahan tepung ini dalam pakan mampu meningkatkan pertumbuhan dan efisiensi konversi pakan, berkat kandungan tinggi protein dan asam amino esensial. Studi lain terhadap ikan mas koki menyatakan bahwa penggunaan tepung udang rebon turut memperbaiki warna dan laju pertumbuhan ikan, meskipun tidak secara signifikan memengaruhi tingkat kelangsungan hidup.

Lebih lanjut, fortifikasi tepung udang rebon dalam produk olahan seperti makaroni juga dapat meningkatkan mutu proksimat (seperti protein, lemak, dan kadar air), serta nilai organoleptik, tanpa menimbulkan bau amis yang menyengat. Dengan demikian, tepung udang rebon tidak hanya berperan sebagai bahan pengawet alami yang kaya nutrisi, tetapi juga memperluas potensi pemanfaatan hasil laut, memberikan nilai tambah ekonomi, serta mendukung upaya diversifikasi pangan dan pakan berbasis sumber daya lokal (Suparmi *et al.*, 2021)



Gambar 2. Tepung udang rebon

4. Hasil Olahan Tepung Udang Rebon

Hasil olahan tepung udang rebon merujuk pada berbagai produk atau bentuk makanan yang dihasilkan dari pengolahan udang rebon menjadi tepung. Udang

rebon yang telah dikeringkan dan dihaluskan menjadi bubuk halus disebut tepung udang rebon, dan hasil olahan dari tepung ini dapat digunakan sebagai bahan tambahan atau utama dalam berbagai jenis makanan. Berikut adalah beberapa jenis dari hasil olahan tepung udang rebon:

- **Sala Lauk**

Peningkatan kualitas dari sala lauak yang bisa dilakukan adalah dengan cara memvariasikan rasa, salah satunya menggunakan udang rebon. Hal ini bertujuan untuk menambah variasi, sehingga peminat dan peluang usaha pedagang sala lauak semakin bertambah. Oleh sebab itu tertarik untuk memvariasikan dan menambah nilai gizi pada sala lauak menggunakan udang rebon sebagai sumber proteinnya (Syarif *et al.*, 2020).

- **Kukis**

Pemanfaatan tepung ubi jalar ungu dalam pembuatan kukis juga memerlukan penambahan bahan lain untuk meningkatkan nilai gizi. Pada penelitian tersebut dilakukan penambahan tepung udang rebon untuk meningkatkan nilai gizi kukis yang dihasilkan. Hal ini disebabkan oleh kandungan protein yang tinggi pada udang rebon sehingga bisa meningkatkan nilai gizi produk yang dihasilkan(Saputra, Ninisix and Mardesci, 2022).

- **Sus Kering**

Mengoptimalkan hasil laut, pengolahan berbagai produk olahan makanan ringan dari bahan udang yang variatif, berkualitas, bergizi dan memiliki nilai jual yang tinggi. Diharapkan ,inovasi pengolahan udang rebon menjadi sus kering dapat membantu meningkatkan pendapatan dari sektor perairan, sehingga pelayan dan masyarakat sekitar dapat merasakan dampak dan manfaat dari pengembangan kegiatan yang akan dilakukan .

- **Stik Balado**

Produk makanan atau jajanan lain yang dapat dibuat dengan penggunaan tepung udang rebon adalah stik balado. Stik balado merupakan variasi dari produk stik, yang merupakan camilan berupa kue kering tradisional yang bahan utamanya berupa tepung terigu, diolah dengan teknik penggorengan dengan minyak minyak (deep frying), dan memiliki karakteristik cita rasa yang asin dan gurih, berbentuk panjang dan pipih, dengan warna kuning kecokelatan (Multidisipliner *et al.*, 2024).

- **Crackres**

Crackers merupakan salah satu camilan yang diolah dengan metode fermentasi, memiliki tekstur berlapis, dan renyah. Penggunaan mocaf dapat dijadikan alternatif pengganti tepung terigu sebagai upaya untuk mengurangi ketergantungan impor. Penambahan tepung udang rebon (*Acetes sp)* dalam pembuatan crackers dilakukan sebagai diversifikasi pangan khususnya dalam pengkayaan protein (Ipb, 2022)

B. Teknik pengeringan

Pengeringan merupakan salah satu tahapan penting dalam pengolahan udang rebon menjadi tepung udang rebon yang bertujuan untuk mengurangi kadar air bahan sehingga dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme dan memperpanjang daya simpan produk. Udang rebon segar memiliki kandungan air yang relatif tinggi sehingga mudah mengalami kerusakan apabila tidak segera dilakukan pengolahan. Oleh karena itu, pengurangan kadar air melalui proses pengeringan menjadi salah satu upaya penting untuk mempertahankan mutu dan meningkatkan daya simpan udang rebon.

Sebelum dilakukan proses pengeringan, udang rebon terlebih dahulu melalui tahap perebusan. Perebusan merupakan perlakuan awal yang dilakukan dengan memanaskan udang dalam air selama waktu tertentu. Dalam penelitian ini, udang rebon direbus selama 7 menit. Tahap perebusan dilakukan untuk membantu mengurangi air awal bahan, menginaktivasi sebagian mikroorganisme dan enzim yang dapat menyebabkan kerusakan, serta mempersiapkan bahan sebelum memasuki proses pengeringan. Penelitian Niamnuy et al. menunjukkan bahwa perebusan merupakan salah satu tahapan penting dalam pengolahan udang kering dan waktu perebusan merupakan salah satu faktor yang dapat memengaruhi karakteristik mutu udang selama proses pengeringan.

Setelah perebusan, udang rebon ditiriskan dan dilakukan pemerasan untuk mengurangi air yang masih terdapat pada bahan. Tahap ini penting karena jumlah air awal yang terdapat pada udang akan memengaruhi proses dan lama pengeringan. Udang rebon yang telah mengalami perebusan dan pemerasan selanjutnya diratakan pada wadah atau loyang untuk dilakukan proses pengeringan. Dalam penelitian ini digunakan dua teknik pengeringan, yaitu penjemuran menggunakan sinar matahari dan pengeringan menggunakan cabinet dryer.

Pengeringan dengan sinar matahari merupakan metode pengeringan tradisional yang memanfaatkan energi panas matahari untuk menguapkan air dari bahan. Metode ini relatif sederhana dan tidak memerlukan peralatan yang kompleks, tetapi prosesnya sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan, terutama intensitas sinar matahari, suhu, kelembapan udara, dan kondisi cuaca. Selain itu, penjemuran secara terbuka memungkinkan bahan terpapar debu, kotoran, dan kontaminan dari lingkungan apabila tidak dilakukan dengan baik. Berdasarkan pengamatan dalam penelitian ini, penjemuran udang rebon membutuhkan waktu sekitar 5–6 hari pada kondisi cuaca normal untuk mencapai kondisi kering yang digunakan dalam pembuatan tepung.

Berbeda dengan penjemuran menggunakan sinar matahari, cabinet dryer merupakan metode pengeringan menggunakan alat yang memungkinkan suhu dan kondisi pengeringan lebih terkontrol. Udang rebon yang telah direbus, ditiriskan, dan diperas kemudian ditempatkan secara merata pada loyang dan dikeringkan menggunakan cabinet dryer. Penggunaan alat pengering dapat memberikan kondisi pengeringan yang lebih terkendali sehingga proses pengurangan air dari bahan dapat berlangsung secara lebih seragam dibandingkan dengan pengeringan yang bergantung pada kondisi cuaca (Octavian, Rakhman and Maulana, no date).

Setelah proses pengeringan selesai, udang rebon yang telah mencapai kondisi kering selanjutnya dihaluskan menggunakan alat penggiling dan diayak untuk memperoleh ukuran partikel tepung yang lebih seragam. Dengan demikian, tahapan pengolahan tepung udang rebon dalam penelitian ini meliputi perebusan selama 7 menit, penirisan dan pemerasan, pengeringan menggunakan teknik yang berbeda, penggilingan, dan pengayakan. Perbedaan teknik pengeringan tersebut dapat menghasilkan kondisi pengeringan yang berbeda dan selanjutnya dapat memengaruhi karakteristik serta daya simpan tepung udang rebon (Yen *et al.*, 2022).

C. Kadar Air

Kadar air merupakan jumlah air yang terkandung dalam suatu bahan pangan yang dinyatakan dalam persentase berdasarkan berat bahan. Kadar air menjadi salah satu parameter penting dalam menentukan mutu, keamanan, dan daya simpan tepung. Semakin tinggi kadar air suatu tepung, semakin besar kemungkinan

terjadinya pertumbuhan mikroorganisme seperti bakteri, kapang, dan khamir yang dapat menyebabkan kerusakan produk selama penyimpanan. Sebaliknya, kadar air yang rendah dapat memperpanjang masa simpan dan menjaga kualitas produk pangan (‘View of Pengaruh Pengeringan terhadap Kadar Air dan Kualitas Bolu dari Tepung Sorgum (Sorghum bicolor L).

Pada proses pembuatan tepung, pengeringan berperan penting dalam menurunkan kadar air bahan hingga mencapai batas yang aman untuk disimpan. Efektivitas metode pengeringan akan mempengaruhi kadar air akhir tepung yang dihasilkan. Pengeringan yang lebih optimal mampu mengurangi kandungan air sehingga menghasilkan tepung yang lebih stabil selama penyimpanan. Oleh karena itu, kadar air sering digunakan sebagai indikator keberhasilan proses pengeringan.

Menurut penelitian, kadar air merupakan parameter utama dalam mengevaluasi kinerja proses pengeringan karena berhubungan langsung dengan stabilitas dan mutu produk tepung. Selain itu, kadar air yang rendah dapat menghambat aktivitas mikroorganisme dan memperlambat proses kerusakan bahan pangan

Dalam penelitian tepung udang rebon, pengukuran kadar air dilakukan untuk mengetahui pengaruh metode pengeringan terhadap kualitas tepung yang dihasilkan. Tepung dengan kadar air yang lebih rendah umumnya memiliki daya simpan yang lebih baik dan lebih aman dari risiko kerusakan selama penyimpanan.

E. Kadar Logam

Pemeriksaan logam berat merkuri (Hg), timbal (Pb), kadmium (Cd) pada tepung udang rebon dilakukan karena ketiga logam tersebut merupakan kontaminan utama pada produk perikanan yang berpotensi membahayakan kesehatan konsumen. Udang rebon hidup di perairan pesisir dan dasar perairan yang rentan tercemar limbah industri, pertanian, dan aktivitas manusia, sehingga mudah mengakumulasi logam berat melalui air dan rantai makanan (Xu *et al.*, 2025).

Tabel 2.Batas Maksimum Cemaran Logam Berat (SNI.7387.2009)

No	Jenis Logam	Batas maksimum
1	Merkuri (hg)	1,0 mg/kg
2	Timbal (pb)	0,5 mg/kg
3	Kadmium (Cd)	1,0 mg/kg

Sumber.SNI (Indonesia, 2009)

1. Merkuri (Hg)

Kandungan logam berat merkuri (Hg) pada udang rebon *(Acetes sp)* menjadi isu penting dalam konteks lingkungan dan keamanan pangan, mengingat sifat toksiknya serta kemampuannya untuk terakumulasi dalam organisme akuatik. Berdasarkan penelitian terbaru, kadar merkuri pada udang rebon dan jenis udang lainnya di Indonesia umumnya masih berada di bawah ambang batas maksimum menurut Standar Nasional Indonesia (SNI), yaitu 0,1 mg/kg. Sebagai contoh, analisis pada udang putih menunjukkan kadar rata-rata merkuri sebesar 0,4289 ± 0,0813 mg/kg, yang masih dianggap aman untuk dikonsumsi.

Di samping itu, studi yang dilakukan di perairan Soccah, Kabupaten Bangkalan, menemukan bahwa kandungan merkuri pada udang rebon masih tergolong aman, meskipun kadar timbal (Pb) dalam air di daerah tersebut telah melampaui batas aman. Penelitian lainnya menyoroti bahwa aktivitas seperti industri, pembuangan limbah domestik, dan pertambangan berpotensi meningkatkan kandungan merkuri di perairan, yang berdampak pada organisme seperti udang rebon yang hidup di lingkungan tersebut. Oleh karena itu, pengawasan rutin terhadap kadar merkuri perlu dilakukan, khususnya di wilayah-wilayah yang rentan terhadap pencemaran logam berat, guna menjaga keamanan konsumsi dan melindungi masyarakat dari risiko paparan merkuri yang berlebihan (Jannah and Triajie, 2020).

Merkuri merupakan salah satu jenis logam berat yang sangat beracun dan berisiko tinggi bagi kesehatan manusia. Zat ini dapat menimbulkan kerusakan pada sistem saraf pusat, ginjal, serta menurunkan fungsi sistem imun tubuh. Pencemaran merkuri biasanya berasal dari aktivitas manusia seperti pertambangan, proses industri, dan pembakaran bahan bakar fosil yang kemudian mencemari perairan.Ketika masuk ke dalam lingkungan perairan, merkuri dapat berubah

bentuk menjadi metilmerkuri — senyawa yang jauh lebih berbahaya karena bersifat toksik dan mudah terakumulasi dalam tubuh organisme laut melalui rantai makanan (Milati and Mahmudiono, 2022).

2. Timbal (Pb)

Kandungan logam berat timbal (Pb) pada udang rebon (*Acetes sp)* yang berasal dari wilayah Deli Serdang, Sumatera Utara, menjadi faktor krusial dalam menilai kualitas lingkungan dan aspek keamanan pangan, mengingat potensi pencemaran akibat aktivitas manusia di kawasan tersebut. Berdasarkan sejumlah penelitian di sekitar wilayah Medan dan Deli Serdang, diketahui bahwa kadar timbal pada udang rebon umumnya masih berada di bawah batas maksimum yang diperbolehkan untuk konsumsi, yakni 0,5 mg/kg. Salah satu studi di pasar tradisional Medan menemukan bahwa kadar Pb pada udang vaname — yang secara konsumsi sering dianggap serupa dengan udang rebon — berada pada kisaran 0,003–0,019 mg/kg, yaitu masih dalam rentang aman untuk dikonsumsi (Syukriah, Fauziansyah and Amira, 2024).

Meskipun demikian, hasil pemantauan kualitas air dan sedimen di beberapa lokasi di Sumatera Utara menunjukkan adanya indikasi pencemaran logam berat, terutama di area dengan aktivitas industri dan kepadatan penduduk yang tinggi. Mengingat Deli Serdang merupakan wilayah pesisir dan berperan sebagai pemasok produk laut, pemantauan rutin terhadap kandungan timbal pada udang rebon sangat diperlukan. Hal ini penting untuk mengantisipasi kemungkinan akumulasi logam berat yang dapat membahayakan kesehatan masyarakat dalam jangka panjang, sekaligus menjaga kelestarian sumber daya perikanan lokal.

Timbal (Pb) adalah logam berat yang sering ditemukan dalam limbah industri dan polusi kendaraan bermotor. Timbal mudah terakumulasi di lingkungan dan organisme hidup, termasuk manusia, sehingga dapat mengganggu fungsi organ dan pertumbuhan. Timbal dapat mencemari air dan tanah, dan batas maksimum kandungan timbal dalam air bersih biasanya ditetapkan sekitar 0,03 ppm. Paparan timbal dalam jangka panjang dapat menyebabkan kerusakan saraf, gangguan perkembangan pada anak, serta berbagai masalah kesehatan lainnya (Darise *et al.*, 2025).

3. Kadmium (Cd)

Kandungan logam berat kadmium (Cd) pada udang rebon menjadi indikator penting dalam menilai tingkat pencemaran lingkungan dan keamanan pangan, terutama di daerah pesisir seperti Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara. Berbagai penelitian yang meneliti kadar kadmium pada udang di wilayah ini, termasuk di area tambak dan perairan pesisir, menunjukkan bahwa kadar Cd umumnya masih berada di bawah ambang batas aman konsumsi menurut Standar Nasional Indonesia (SNI), yaitu 1,0 mg/kg.

Sebagai contoh, studi yang dilakukan di tambak udang windu dekat Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Kelurahan Terjun, Medan, menemukan bahwa meskipun kadar Cd dalam air tambak telah melebihi nilai ambang batas (> 0,01 mg/L), kandungan Cd dalam udangnya masih tergolong rendah dan belum melampaui batas maksimum cemaran logam berat yang diperbolehkan dalam bahan pangan. Sementara itu, data dari pasar Muara Angke, Jakarta, mencatat kadar Cd pada udang putih berkisar antara <0,001 hingga 0,008 mg/kg, jauh di bawah ambang batas 1,0 mg/kg. Temuan ini mengindikasikan bahwa kadar Cd pada udang yang berasal dari wilayah dengan tingkat pencemaran rendah cenderung berada dalam kisaran yang aman untuk dikonsumsi (Pujiarti, 2018).

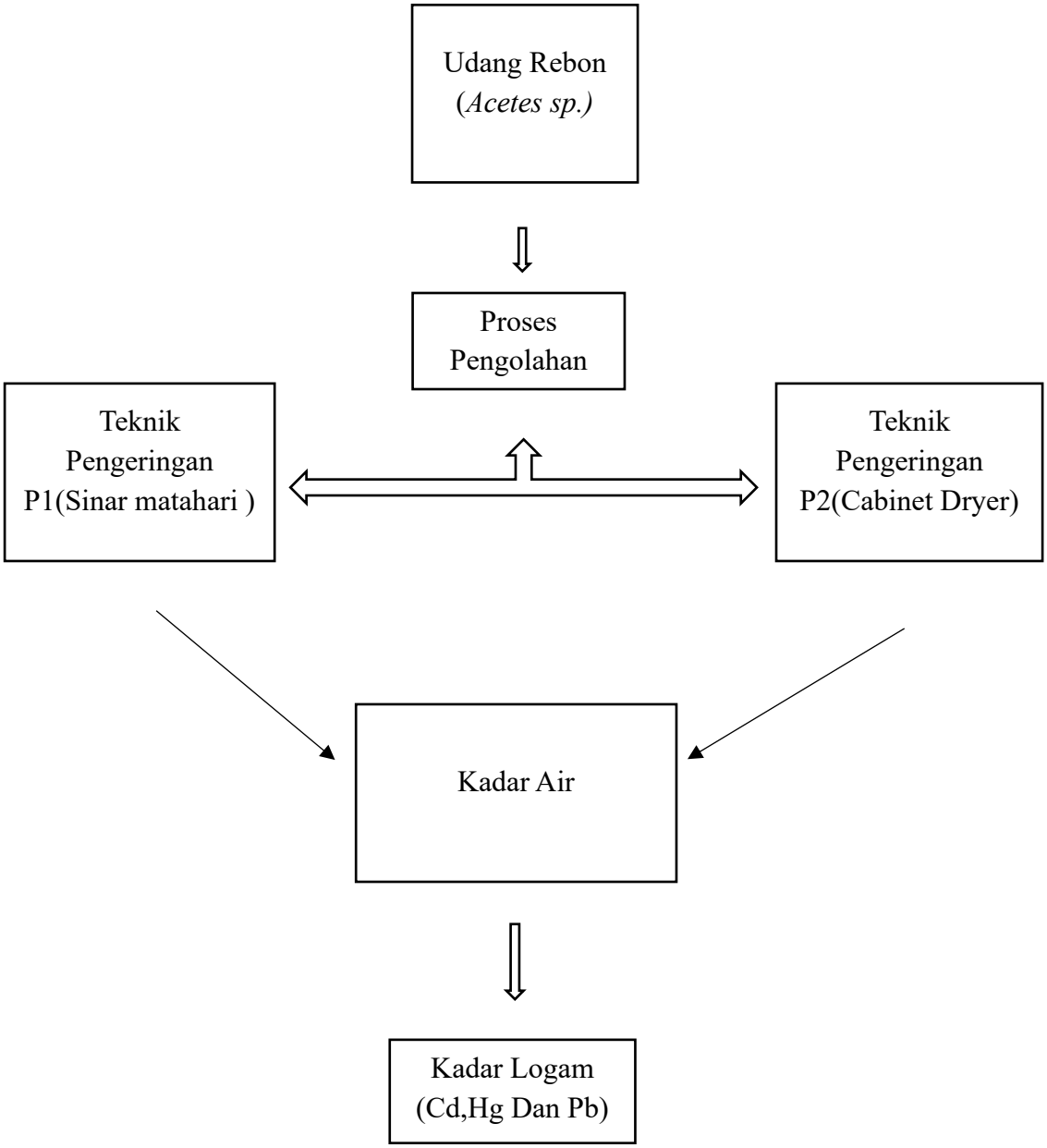
Kadmium (Cd) adalah logam berat yang banyak digunakan dalam produksi baterai, pigmen, dan bahan stabilisator plastik. Kadmium bersifat sangat beracun dan dapat mencemari lingkungan melalui limbah industri dan pertanian, termasuk penggunaan pestisida. Kadmium yang terakumulasi dalam tubuh manusia dapat merusak ginjal, tulang, dan meningkatkan risiko penyakit kronis seperti diabetes dan gangguan kardiovaskular. Kandungan kadmium dalam air biasanya sangat rendah dan bersifat tidak larut, namun keberadaannya tetap berbahaya karena sifat akumulasinya (Huli *et al.*, 2022).

F. Kerangka Teori

Kerangka teori dalam penelitian ini menjelaskan hubungan antara perbedaan teknik pengeringan terhadap kadar air dan kandungan logam berat pada tepung udang rebon. Penelitian ini dilatarbelakangi oleh pemanfaatan udang rebon sebagai salah satu hasil perikanan yang memiliki kandungan protein dan mineral yang cukup tinggi, tetapi mudah mengalami kerusakan sehingga perlu dilakukan proses pengeringan. Teknik pengeringan yang digunakan dapat memengaruhi karakteristik dan mutu tepung yang dihasilkan. Dalam penelitian ini digunakan dua teknik pengeringan, yaitu pengeringan dengan sinar matahari dan cabinet dryer.

Pengeringan bertujuan untuk mengurangi kadar air pada udang rebon sehingga dapat menghasilkan tepung yang lebih stabil. Kadar air merupakan salah satu parameter penting dalam menentukan mutu tepung, karena kadar air yang tinggi dapat meningkatkan risiko pertumbuhan mikroorganisme dan mempercepat kerusakan produk. Perbedaan kondisi antara pengeringan sinar matahari dan cabinet dryer dapat menyebabkan perbedaan kadar air pada tepung yang dihasilkan.

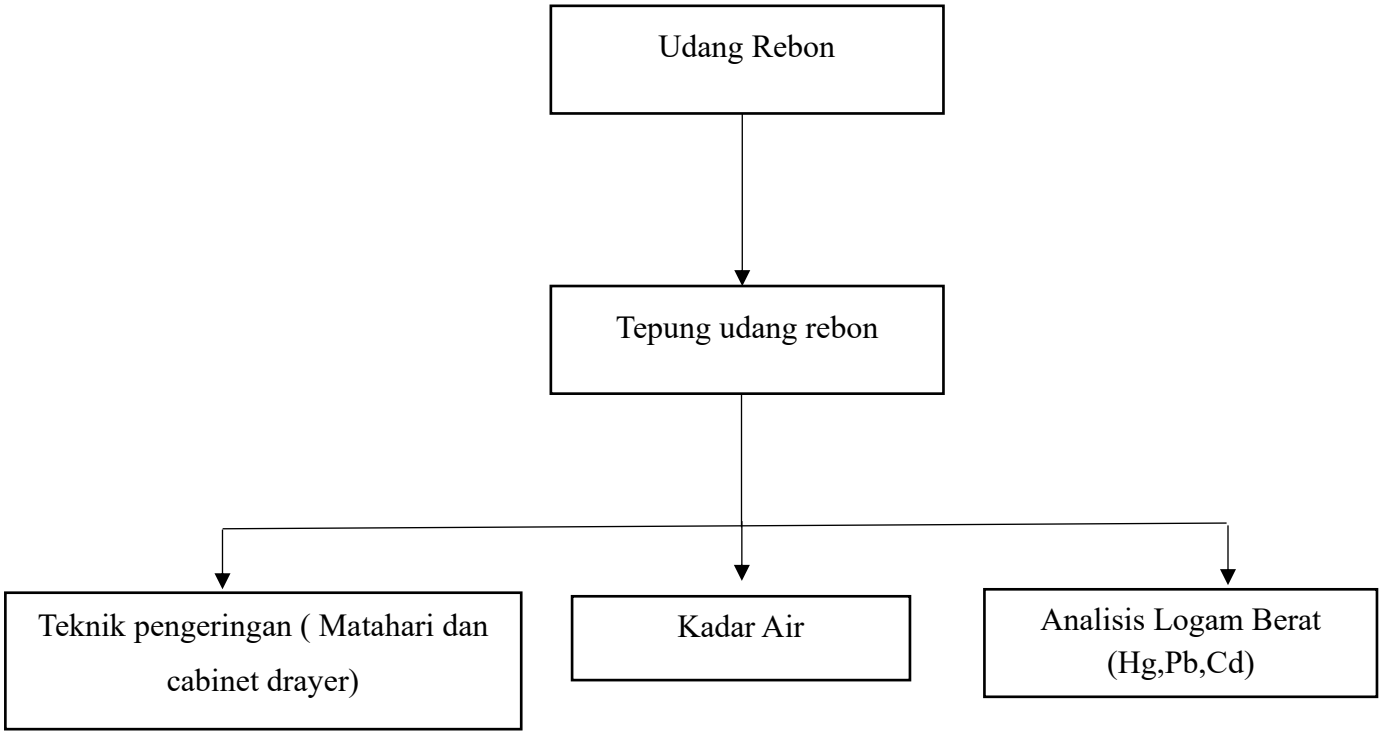
Selain kadar air, tepung udang rebon perlu dianalisis terhadap andungan logam berat merkuri (Hg), timbal (Pb), dan kadmium (Cd). Udang rebon yang berasal dari perairan pesisir berpotensi terpapar pencemaran logam berat dari berbagai aktivitas manusia. Logam berat tersebut bersifat toksik dan dapat terakumulasi dalam organisme perairan sehingga dapat menjadi risiko bagi keamanan pangan. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk membandingkan kadar air serta kandungan Hg, Pb, dan Cd pada tepung udang rebon yang dihasilkan dengan teknik pengeringan yang berbeda (Nasuha *et al.*, 2024)



Sumber. (Mahmudiono *et al.*, 2024)

Gambar 3. Kerangka teori

G. kerangka Konsep



Sumber. (Thuy, 2024).

Gambar 4. Kerangka konsep

G. Defenisi Operasional

Tabel 3.Defenisi Operasional

No	Variabel	Definisi Operasional	Skala
1	Tepung Udang Rebon	Produk hasil pengolahan udang rebon (*Acetes sp.*) yang berasal dari perairan pantai, dibersihkan, dikeringkan dengan teknik pengeringan tertentu, kemudian dihaluskan hingga berbentuk tepung dan digunakan sebagai sampel penelitian untuk analisis perbedaan daya simpan dan logam berat (Multazam, Kurniasih and Anggo, 2023).	Nominal
2	Teknik Pengeringan	Metode yang digunakan untuk mengeringkan udang rebon sebelum digiling menjadi tepung, seperti pengeringan menggunakan sinar matahari dan pengeringan menggunakan oven dengan suhu tertentu, yang bertujuan menurunkan kadar air dan memengaruhi mutu produk (‘View of Optimalisasi Peningkatan Protein dan Kualitas Organoleptik Mie Basah Melalui Fortifikasi Tepung Udang Rebon (Acetes erytharaeus).pdf’, no date).	Nominal
3	Kadar Air	Persentase kandungan air yang terdapat dalam tepung udang rebon setelah proses pengeringan menggunakan sinar matahari dan cabinet dryer yang diukur dengan metode gravimetri dan dinyatakan dalam persen (%) (Nadia *et al.*, 2023).	Rasio
4	Kadar Logam Berat (Pb, Cd, Hg)	Konsentrasi logam berat timbal (Pb), kadmium (Cd), dan merkuri (Hg) dalam tepung udang rebon yang dianalisis menggunakan metode Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS), dinyatakan dalam satuan mg/kg (Caksana, Aritonang and Sofiana, 2021)	Rasio

H. Hipotesis

Ha (Hipotesis Umum)

Terdapat pengaruh perbedaan teknik pengeringan terhadap kadar air dan kandungan logam berat (Hg, Pb, dan Cd) pada tepung udang rebon (*Acetes sp.).*

H0 (Hipotesis Nol)

Tidak terdapat pengaruh perbedaan teknik pengeringan terhadap kadar air dan kandungan logam berat (Hg, Pb, dan Cd) pada tepung udang rebon *(Acetes sp.)*