

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN HIPOTESA

2.1 Tinjauan Pustaka

1. Udang Windu (*Penaeus monodon*)



Gambar 2.1 Udang Windu (*Penaeus Monodon*)

Sumber : Dokumentasi Pribadi (2025)

Menurut Chodriyah (2018) klasifikasi Udang Windu (*penaeus monodon*) dibagi beberapa kelompok antara lain sebagai berikut :

Filum	: <i>Arthropoda</i>
Sub Filium	: <i>Mandibulata</i>
Kelas	: <i>Crustaceae</i>
Sub Kelas	: <i>Malacostraca</i>
Ordo	: <i>Decapoda</i>
Famili	: <i>Panaeidae</i>
Genus	: <i>Panaeus</i>
Species	: <i>Panaeus monodon</i>

a. Definisi Udang Windu (*Penaeus Monodon*)

Udang Windu (*Penaeus monodon*) merupakan salah satu spesies dari golongan *crustaceae* (udang udangan) yang memiliki nilai ekonomis tinggi. Dalam nomenklatur internasional udang ini dikenal dengan sebutan *blacak tiger shrimp*, *tiger shrimp*, atau *tiger prawn*. Ciri khas Udang Windu yang berupa garis garis melintang seperti loreng harimau serta warnanya yang kehijauan kebiruan menjadi dasar penamaan *tiger shrimp*. Udang windu yaitu hewan kuitik yang mampu bertahan hidup dalam rentang salinitas yang luas yaitu antara 3 hingga 45 part per thousand. Namun demikian kisaran salinitas optimal untuk pertumbuhan dan kelangsungan hidupnya menunjukkan performa terbaik. Secara perilaku Udang Windu menunjukkan aktivitas dominan pada malam hari, di mana intensitas gerak dan pencarian makan cenderung meningkat di banding paada siang hari. Selain itu spesies ini memiliki kecendrungan perilaku kanibalisme, terutama apabila kepadatan populasi terlalu tinggi atau asupan pakan tidak mencakupi. Jika tidak di kendalikan kondisi tersebut dapat berdampak pada peningkatan stres perebutan sumber daya dan munculnya perilaku saling menyerang di antara individu (Chodrijah *et al.*, 2018).

Habitat udang windu (*Penaeus monodon*) merupakan lingkungan bentik, yaitu dasar perairan laut yang umumnya didominasi oleh substrat lumpur dan pasir serta banyak ditemukan di wilayah pesisir, estuari, dan perairan payau. Spesies ini memiliki kemampuan adaptasi yang baik

terhadap lingkungan dasar perairan melalui perilaku menggali sedimen serta berasosiasi dengan substrat keras maupun vegetasi akuatik. Udang windu juga dikenal sebagai organisme euryhaline yang mampu hidup pada kisaran salinitas yang luas, sehingga dapat bertahan pada kondisi lingkungan yang kurang mendukung, termasuk perubahan kualitas air dan keterbatasan sumber daya pakan . Dalam kondisi lingkungan yang tidak optimal, udang windu dapat menunjukkan respons etologis berupa peningkatan aktivitas gerak, meskipun secara alami spesies ini lebih aktif pada malam hari (nokturnal) (Mustasim et al., 2025).

b. Morfologi Udang Windu (*Penaeus monodon*)

Secara umum tubuh *panaeus monodon* terdiri dari dua komponen utama yang mengatur sistem gerak dan perlindungan tubuh bagian pertama, anterior merupakan kombinasi kepala dan dada yang tergabung dalam satu kesatuan yang di sebut *cephalothorax*. Bagian tubuh kedua yang terketak di belakang di kenal dengan istilah abdomen. *Cephalothorax* terdiri dari total 13 ruas, dengan rincian 5 ruas bagian kepala dan 8 ruas pada bagian dada. Selanjutnya bagian abdomen tersusun atas 6 ruas atau segmen di man asetiap segmen di lengkapi dengan sepasang *pleopoda* atau kaki renang yang beruas ruas. Pada segmen terakhir yaitu segmen ke 6 terdapat struktur yang di sebut ekor kipas yang terdiri atas 4 lembar uropodo dan satu telson. Telson merupakan bagian ujung tubuh yang runcing dan terletak secara sentral

pada ekor kipas berfungsi dalam menjaga orientasi tubuh dan memperkuat daya dorong saat bergerak di air (Chodrijah, 2018).

Perubahan warna pada bagian abdomen bagian udang windu (*panaeus monodon*), khususnya warna kehitam hitaman, dapat di jadikan sebagai indikator kologis yang menunjukkan bahwa spesimen tersebut kemungkinan besar berasal dari perairan dangkal. Warna ini di duga berkaitan erat dengan faktor lingkungan seperti jenis substrat dasar, kedalam perairan, dan itentitas prncahayaayan yang memperngaruhi adaptasi fisologis udang terhadap habitatnya (Prasetyo 2018).

c. Kandungan Cangkang Udang Windu (*Paneus monodon*)

Udang windu (*Penaeus monodon*) merupakan salah satu komoditas perikanan penting yang memiliki potensi besar dalam bidang farmasi berkat kandungan senyawa bioaktifnya. Salah satu komponen utama yang banyak diteliti adalah *kitosan*, turunan dari *kitin* yang diekstrak dari cangkang udang. Kitin merupakan biopolimer organik terbanyak kedua yang ditemukan di alam setelah selulosa, terdapat diberbagai spesies binatang baik darat maupun perairan. Kitosan merupakan senyawa organik turunan dari kitin, senyawa golongan karbohidrat dari biomaterial kitin yang dihasilkan dari limbah laut, khususnya golongan udang, kepiting, rajungan, lobster, ketam, dan kerang-kerangan (Cahyono *et al.*, 2018). *Kitosan* dikenal memiliki sifat antimikroba, antijamur, serta kemampuan sebagai pembalut luka dan agen pengantar obat (*drug carrier*). Dalam bidang farmasi, *kitosan* digunakan untuk

formulasi nanopartikel obat, pembalut luka antibakteri, hingga bahan aktif dalam sistem pelepasan obat terkontrol. Penelitian oleh Tanasale dkk. (2016) menunjukkan bahwa kulit udang windu mengandung protein, kitin, dan mineral yang jika diproses menjadi *kitosan* menunjukkan karakteristik kimia yang mendukung aplikasi farmasi.

Limbah udang mengandung beberapa komponen seperti protein, kitin, enzim, mineral, karotenoid, dan lain-lain. Karotenoid merupakan pigmen alami yang terdapat pada limbah udang. Pigmen astaxanthin tidak dapat disintesis sendiri oleh udang, melainkan diperoleh dari makanan yang berasal dari alga . Astaxanthin adalah pigmen karotenoid merah yang memiliki kemampuan menangkap radikal bebas. Aktivitas antioksidan astaxanthin 500 kali lebih kuat dibandingkan vitamin E . Sifat antioksidan dari astaxanthin diyakini memiliki peran kunci seperti perlindungan terhadap fotooksidasi sinar UV, peradangan, kanker, tukak lambung, infeksi *Helicobacter pylori*, penuaan dan penyakit terkait usia, atau peningkatan respon imun, serta gangguan fungsi hati, jantung, mata, sendi dan prostat . Senyawa astaxanthin yang terkandung dalam udang memiliki kadar yang berbeda-beda. Perbedaan tersebut dapat dipengaruhi oleh faktor internal seperti kemampuan metabolisme tubuh dan faktor eksternal seperti kondisi lingkungan, asupan makanan dan juga metode ekstraksi yang digunakan. (Afifah *et al.*, 2024).

1) Cangkang kepala

Kandungan kimia utama pada kepala cangkang udang windu (*Penaeus monodon*) terdiri dari tiga komponen penting, yaitu protein, mineral, dan kitin. Berdasarkan hasil penelitian, mineral yang paling dominan pada kulit udang ini adalah kalsium karbonat (CaCO_3) yang mencapai sekitar 60%, diikuti oleh kitin sebesar 35,9%, serta protein dengan persentase sekitar 4,16%. Komposisi ini menunjukkan bahwa kalsium karbonat menjadi komponen mineral utama yang memperkuat struktur cangkang, sementara kitin dan protein juga berperan signifikan sebagai bahan biopolimer dan elemen protein penyusun kulit udang. (Cahyono *et al.*, 2018).

2) Cangkang Ekor

Kandungan kimia pada cangkang ekor udang windu sangat mirip dengan bagian kepala, yang didominasi oleh tiga komponen utama yaitu protein, kalsium karbonat (CaCO_3), dan kitin. Berdasarkan analisis proksimat, kandungan protein dalam limbah cangkang udang, termasuk bagian ekor, berkisar antara 25% hingga 44%. Mineral kalsium karbonat menyusun sekitar 45% hingga 50% dari berat kering, sedangkan kitin terdapat dalam jumlah sekitar 15% hingga 20%. Selain komponen utama tersebut, cangkang juga mengandung sejumlah kecil mineral lain, lipid, dan pigmen. Komposisi ini menunjukkan bahwa struktur cangkang terdiri dari biopolimer kitin yang berikatan dengan protein serta mineral kalsium karbonat yang memberikan kekuatan mekanis pada cangkang. Dengan kandungan

tersebut, cangkang ekor udang windu memiliki potensi untuk diekstraksi sebagai bahan baku bioaktif atau pembuatan kitosan.

d. Manfaat Cangkang

Cangkang udang windu (*Penaeus monodon*) merupakan sumber utama kitin yang dapat diolah menjadi kitosan melalui proses deasetilasi. Kitosan memiliki banyak manfaat dalam bidang farmasi karena bersifat antimikroba, biokompatibel, dan biodegradable. Dalam penggunaannya, kitosan mampu menghambat pertumbuhan bakteri dan jamur sehingga sering diaplikasikan pada pembuatan salep, gel, dan membran penyembuh luka. Selain itu, kitosan juga berfungsi sebagai bahan dasar dalam sistem penghantaran obat karena dapat meningkatkan ketersediaan hayati (*bioavailabilitas*), melindungi zat aktif, dan mengatur pelepasan obat secara terkendali.

Tidak hanya kitosan, pigmen astaxanthin dalam cangkang udang juga bermanfaat di bidang farmasi karena merupakan antioksidan alami yang dapat mencegah kerusakan sel akibat radikal bebas. Astaxanthin banyak diteliti sebagai bahan tambahan dalam suplemen kesehatan, obat antiinflamasi, serta pencegah penuaan dini. Oleh karena itu, pemanfaatan cangkang udang windu dalam farmasi memiliki potensi besar dalam menghasilkan bahan baku obat dan produk kesehatan yang bernilai tinggi serta ramah lingkungan. (Rachmawati *et al.*, 2017).

2. Pengeringan

Pengeringan adalah proses penting dalam pengolahan bahan pertanian dan pangan yang bertujuan untuk mengurangi kadar air bahan hingga tingkat yang aman, guna memperpanjang umur simpan, mencegah kerusakan oleh mikroorganisme, dan menurunkan risiko perubahan mutu. Proses pengeringan tidak hanya menyangkut penguapan air saja, tetapi juga melibatkan perpindahan massa dan perpindahan panas, yang dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti suhu, kelembapan relatif udara, ketebalan bahan, serta kecepatan aliran udara. Tanpa pengeringan yang efektif dan efisien, bahan pangan akan cepat mengalami pembusukan, pertumbuhan jamur, atau kerusakan enzimatik yang mengurangi mutu dan nilai jualnya.

Penelitian terkini menunjukkan bahwa teknologi pengeringan modern, seperti pengeringan EHD (electrohydrodynamic), pengeringan vakum, microwave-assisted, atau kombinasi teknik, dapat memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan metode tradisional seperti pengeringan udara panas. Sebagai contoh, sebuah studi oleh Paul dan Martynenko (2022) mengevaluasi pengaruh ketebalan bahan, kepadatan muatan, aliran udara eksternal, dan kelembapan relatif terhadap efisiensi dan kualitas pengeringan apel menggunakan teknik EHD. Hasilnya menunjukkan bahwa EHD mampu mempertahankan warna dan kandungan fenolik lebih baik, dengan konsumsi energi spesifik jauh lebih rendah dibandingkan pengeringan udara panas.

Selain itu, penelitian oleh Yu *et al.* (2025) menekankan bahwa pengeringan gabah adalah proses kritis untuk stabilitas penyimpanan dan distribusi. Pengeringan yang dilakukan dengan baik dapat mencegah pertumbuhan jamur dan bakteri, memperbaiki efisiensi pengangkutan, serta menjaga komposisi nutrisi dan mutu akhir produk. Namun demikian, metode tradisional menghadapi masalah seperti waktu pengeringan yang lama, konsumsi energi tinggi, distribusi kelembapan yang tidak merata, dan potensi degradasi mutu bila suhu pengeringan terlalu tinggi.

Kemudian, sebuah review oleh Xiao *et al.* (2020) menggarisbawahi bahwa pengeringan bukan hanya mempengaruhi aspek fisik seperti umur simpan dan keamanan mikrobiologis, tetapi juga berdampak besar terhadap kesejahteraan manusia melalui penyediaan bahan pangan yang aman, pengurangan limbah pascapanen, dan stabilitas pasokan makanan.

3. Uji Identifikasi

a. Uji Makroskopis

Pemeriksaan makroskopis merupakan langkah awal dalam identifikasi simplisia maupun bahan obat alam. Pemeriksaan ini dilakukan dengan menggunakan pancaindra, sehingga dapat diamati secara langsung tanpa bantuan alat. Parameter yang umum diamati antara lain bentuk, ukuran, warna, bau, rasa, serta tekstur bahan. Dengan cara ini, pemeriksaan makroskopis memberikan gambaran awal yang sederhana dan cepat untuk mengenali suatu bahan. Metode ini sering digunakan dalam tahap seleksi bahan baku karena dapat

mengidentifikasi ciri-ciri khas dari tumbuhan atau bagian tumbuhan tertentu. Namun, pemeriksaan makroskopis memiliki keterbatasan, terutama bila simplisia yang diuji memiliki bentuk serupa dengan simplisia lain atau telah diolah menjadi bentuk serbuk sehingga ciri khas fisiknya sulit dikenali. Oleh sebab itu, pemeriksaan makroskopis biasanya dilengkapi dengan metode lain agar hasil identifikasi lebih akurat.

b. Uji Biokimia

Biokimia merupakan cabang ilmu yang menelaah struktur, komposisi, dan reaksi kimia yang berlangsung dalam makhluk hidup. Singkatnya, biokimia adalah ilmu yang menghubungkan antara biologi dan kimia, dengan fokus utama pada molekul-molekul yang membentuk sel dan jaringan, serta interaksi antar molekul tersebut yang berperan dalam menopang kehidupan. Bidang ini mempelajari berbagai molekul biologis penting seperti protein, enzim, karbohidrat, lipid, dan asam nukleat, serta reaksi kimia yang mendasari berbagai proses seperti metabolisme, replikasi DNA, transkripsi, translasi, dan regulasi aktivitas sel (Nurwahidah *et al.*, 2024).

Uji biokimia pada bahan pangan merupakan analisis penting untuk mengetahui kandungan nutrisi seperti karbohidrat, protein, lemak, vitamin, dan mineral. Analisis ini dilakukan baik secara kualitatif maupun kuantitatif dengan metode kimia maupun enNurzimatis. Dalam bidang pangan, uji biokimia bermanfaat untuk menilai mutu, keamanan, serta stabilitas produk olahan. Misalnya, uji

Benedict dan Molisch digunakan untuk mendeteksi gula pereduksi dan karbohidrat, uji Biuret atau Lowry untuk protein (Khotimah,. 2019).

1) Uji Kadar Air

kadar air pada bahan pangan sangat menentukan tingkat kesegaran dan juga daya tahan bahan tersebut selama penyimpanan. Kadar air yang tinggi dalam bahan makanan akan menciptakan kondisi yang sangat cocok bagi pertumbuhan berbagai mikroorganisme seperti bakteri, khamir, dan kapang. Mikroorganisme ini dapat dengan mudah berkembang biak sehingga menyebabkan perubahan fisik dan kimia pada bahan pangan tersebut, yang pada akhirnya mempercepat proses pembusukan dan menurunkan kualitas bahan. Oleh karena itu, pengendalian kadar air sangat penting dilakukan agar mutu dan masa simpan bahan pangan dapat terjaga dengan baik dan risiko kerusakan akibat mikroba dapat diminimalkan. Dengan memahami hal ini, produsen maupun konsumen dapat mengambil langkah yang tepat dalam pengolahan dan penyimpanan agar bahan pangan tetap layak konsumsi dalam jangka waktu yang diinginkan (Islami *et al.*, 2022).

2) Uji Kadar Abu

uji kadar abu juga menjadi parameter penting dalam kajian kimia bahan pangan. Kadar abu memberikan informasi mengenai jumlah kandungan mineral atau bahan anorganik yang terdapat dalam bahan sampel setelah melalui proses pembakaran pada suhu tinggi

hingga menjadi residu yang disebut "abu". Parameter ini sangat bermanfaat untuk mengetahui sejauh mana kandungan mineral pada bahan pangan serta sebagai indikator kemurnian bahan tersebut, terutama dalam menilai ada tidaknya kontaminasi oleh bahan asing atau zat yang tidak diinginkan. Pengujian kadar abu membantu para peneliti untuk mengevaluasi kualitas bahan dan memastikan bahwa bahan pangan memiliki komposisi mineral yang sesuai dengan standar yang berlaku. Dengan mengetahui kadar abu, produsen dan konsumen dapat lebih yakin terhadap mutu dan keamanan bahan pangan, sehingga bahan tersebut aman untuk dikonsumsi dan memenuhi persyaratan kesehatan (Islami *et al.*, 2022).

3) Uji Karbohidrat

Analisis karbohidrat dengan menggunakan uji Benedict didasarkan pada reaksi kimia antara gula pereduksi yang terkandung dalam bahan pangan dengan ion tembaga, yang menghasilkan endapan berwarna merah bata. Dalam penelitian ini, tujuh sampel bahan pangan yang merepresentasikan konsep makanan empat sehat lima sempurna diuji, yaitu nasi sebagai sumber karbohidrat; tempe, susu, tahu, dan telur sebagai sumber protein; sayuran hijau sebagai sumber serat; serta buah semangka sebagai sumber vitamin. Hasil dari uji Benedict menunjukkan adanya perubahan warna pada beberapa sampel, yang

mengindikasikan keberadaan gula pereduksi seperti glukosa dan fruktosa dalam sampel tersebut (Hani *et al.*, 2023).

4) Uji Protein

Menggunakan Uji biuret digunakan untuk mendeteksi keberadaan ikatan peptida dalam suatu zat, yang menandakan adanya protein. Ikatan peptida terbentuk saat atom karbon dari gugus karboksil suatu molekul berikatan dengan atom nitrogen dari gugus amina molekul lain melalui reaksi kondensasi yang melepaskan molekul air. Jika uji ini menghasilkan warna ungu, maka menunjukkan reaksi positif adanya protein pada sampel yang diuji. Warna ungu tersebut merupakan indikasi ikatan peptida yang berikatan dengan ion tembaga dalam larutan basa selama uji biuret berlangsung (Dwiningrum *et al.*, 2023).

5) Uji Astaxanthin

Astaxanthin adalah karotenoid xantofil yang berwarna merah-jingga dan banyak terdapat pada kulit udang serta organisme laut lainnya. Senyawa ini memiliki sifat antioksidan dan potensi farmakologis, sehingga penting untuk diidentifikasi dan dipisahkan dalam penelitian kelautan, pangan, dan farmasi. Kromatografi lapis tipis (KLT) dipilih sebagai metode analisis karena kesederhanaannya dan kemampuannya memisahkan komponen berdasarkan polaritas menggunakan plat silika gel G60F254 dan pelarut campuran aseton dan n-heksana. Pemisahan

pigmen diamati dari noda warna yang terbentuk pada plat setelah proses elusi. Nilai retardation factor (Rf) masing-masing noda kemudian dihitung dan dibandingkan dengan nilai Rf standar astaxanthin bebas sebagai pembanding. Berdasarkan literatur, nilai Rf astaxanthin bebas pada sistem pelarut organik seperti campuran n-heksana dan aseton umumnya berada pada kisaran 0,21–0,55. Standar astaxanthin bebas digunakan sebagai kontrol untuk memastikan bahwa noda yang muncul pada sampel memiliki karakteristik migrasi yang sama dengan senyawa astaxanthin murni (Prasetyaningsih *et al.*, 2025).

6) Uji Ninhidrin

Uji ninhidrin adalah metode kimia yang digunakan untuk mendeteksi keberadaan asam amino dan protein dalam suatu sampel. Prinsipnya didasarkan pada reaksi antara reagen ninhidrin dengan gugus amino pada asam amino yang menghasilkan senyawa berwarna ungu atau biru tua, yang dapat diamati secara visual maupun dengan spektrofotometer. Metode ini ditemukan pertama kali pada tahun 1910 oleh Siegfried Ruhemann dan telah menjadi teknik standar dalam analisis biokimia untuk mengidentifikasi dan mengukur kandungan asam amino pada berbagai bahan biologis. Uji ini penting karena asam amino merupakan komponen utama penyusun protein, sehingga keberadaan dan kadar asam amino memberikan informasi penting mengenai struktur dan kualitas

protein dalam sampel. Selain itu, uji ninhidrin memiliki keunggulan karena prosesnya yang cepat, sederhana, serta mampu mendeteksi asam amino dalam konsentrasi rendah. Oleh karena itu, uji ninhidrin banyak diterapkan dalam bidang biokimia, farmasi, dan ilmu kesehatan untuk mendukung penelitian, pengembangan terapi, dan diagnosis penyakit (Febrina *et al.*, 2024).

4. Ekstraksi

Ekstraksi merupakan suatu metode pemisahan senyawa aktif dari campurannya dengan menggunakan pelarut yang sesuai berdasarkan prinsip kelarutan. Ekstraksi mencapai titik akhir ketika terjadi keseimbangan antara senyawa target yang berada dalam pelarut dan masih berada di dalam matrix bahan. Setelah proses ekstraksi selesai pelarut yang mendukung senyawa hasil ekstraksi di pisahkan dari residu sampel padat melalui metode penyaringan atau aentrifungsi tergantung pada sifat sampel dan jenis pelarut yang di gunakan. Meskipun proses ekstraksi telah di lakukan hasil ekstrak awal umumnya masih berupa campuran yang kompleks terdiri dari berbagai kemurnian senyawa serta mengurangi interferensi dalam analisis berikutnya. Proses indentifikasi senyawa dalam fraksi ekstrak dapat di lakukan melalui beberapa pendekatan antara lain pengujian warna, uji kelarutan, penentuan nilai *Retardation factor* (Rf) pada kromatografi. Ada beberapa macam ekstraksi yaitu:

a. Maserasi

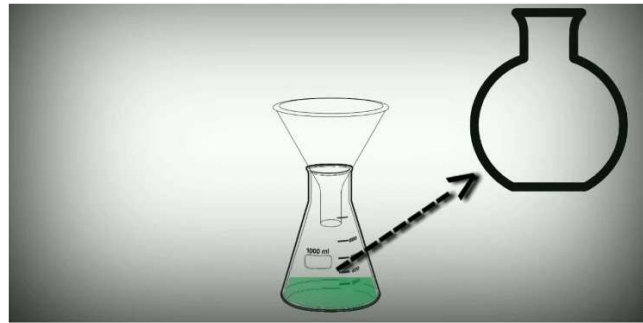
Maserasi adalah metode ekstraksi sederhana yang dilakukan dengan cara merendam bahan (simplisia) ke dalam pelarut tertentu pada suhu kamar, disertai proses pengadukan dalam waktu tertentu sehingga senyawa aktif dapat larut ke dalam pelarut. c

Proses ini dilakukan dengan cara merendam serbuk bahan tanaman dalam pelarut yang sesuai didalam wadah tertutup dan bersifat inert, pada suhu kamar dan dalam jangka waktu tertentu. Senyawa target berdifusi secara bertahap ke dalam pelarut selama proses maserasi berlangsung, hingga distribusinya seimbang anatara pelarut dan jaringan tanaman. Setelah proses mencapai titik keseimbangan, pemisahan antara pelaarut ekstrak dan ampas di lakukan melalui metode penyaringan.

Meskipun metode ini banyak di gunakan, terdapat beberapa keterbatasan yang perlu di perhatikan. Salah satunya adalah waktu ekstraksi yang relatif lama dan kebutuhan pelarut yang cukup besar. Selain itu, kemungkinan terjadinya kehilangan senyawa aktif cukup tinggi, terutama jika senyawa itu mudah menguap atau tidak stabil dalam dalm kondisi ruang.

Beberapa senyawa juga mungkin sulit terekstrak dengan maksimal tanpa buatan suhu tinggi atau teknik intensifikasi lainnya. Meskipun demikian keunggulan dari metode maserasi adalah kemampuan dalam mempertahankan kesetabilansenyawa termolabil, yaitu senyawa yang

mudah rusak apabila terkena panas sehingga tetap terjaga integritas kimianya selama proses ekstraksi berlangsung.



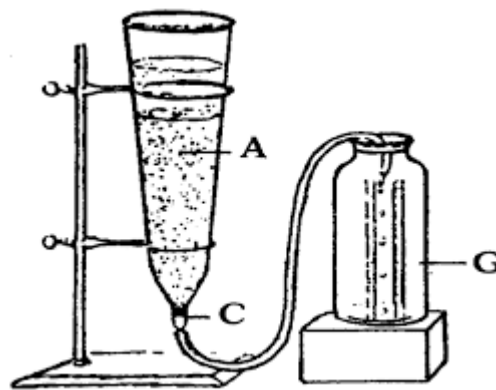
Gambar 2.2 Ekstraksi Maserasi
Sumber : Farmasi Indonesia (2020)

b. Perkolasi

Metode perkolasi dikenal sebagai teknik ekstraksi klasik yang digunakan untuk memperoleh senyawa bioaktif dari bahan alami. Pelaksanaan metode ini melibatkan penggunaan perkolator, yaitu sebuah wadah vertikal tempat serbuk bahan direndam secara perlahan oleh pelarut yang kemudian keluar melalui saluran di bagian bawah alat. (wahyuni *et al.*, 2024)

Setelah tahap pembasahan (*maceration*) awal dilakukan, pelarut ditambahkan secara berkala pada bagian atas sampel, dan dibiarkan meresap serta perlahan-lahan ke bagian bawah wadah sambil melarutkan senyawa-senyawa yang terkandung dalam bahan. Salah satu kelebihan utama dari metode ini adalah bahwa pelarut segar terus menerus mengalir melalui matriks sampel, sehingga senyawa bioaktif yang berada di dalam jaringan dapat diekstraksi secara efisien.

Meskipun banyak digunakan, metode ini tidak luput dari kekurangan yang sebaiknya dicermati dalam konteks aplikasinya. Jika didistribusi serbuk sampel di dalam perkulator tidak homogen, maka pelarut cenderung tidak dapat menjangkau seluruh permukaan bahan secara merata, sehingga dapat mengurangi efisiensi ekstraksi dibandingkan dengan metode maserasi. Dibandingkan dengan metode sokhletasi, teknik perkulasi menunjukkan kelemahan berupa konsumsi pelarut yang lebih tinggi serta waktu ekstraksi yang relatif lebih lama.



Gambar 2.3 Ekstraksi Perkulasi

Sumber : Farmasi Kupang (2017)

c. Pelarut Ekstraksi

Dalam proses ekstraksi, pemilihan jenis pelarut sangat menentukan efektivitas dan hasil ekstraksi senyawa bioaktif. Pelarut yang sering dipakai untuk bahan alam meliputi etanol, metanol, air, n-heksan, etil asetat, dan aseton. Pelarut dengan polaritas tinggi seperti air, etanol, dan metanol cocok digunakan untuk melarutkan senyawa polar, sementara pelarut nonpolar seperti n-heksan lebih efektif untuk

mengekstrak senyawa nonpolar seperti lemak dan minyak. Tingkat polaritas pelarut mempengaruhi kemampuan pelarut dalam melarutkan senyawa target, sehingga pelarut yang memiliki polaritas sesuai dengan senyawa yang hendak diekstrak akan menghasilkan ekstrak dengan kandungan senyawa yang lebih maksimal. Contohnya, penggunaan etanol biasanya menghasilkan rendemen tinggi untuk senyawa polar seperti flavonoid dan glikosida, sedangkan pelarut nonpolar menghasilkan senyawa metabolit tertentu meskipun dengan rendemen yang lebih sedikit. Selain itu, metode ekstraksi seperti maserasi, ultrasonik, dan soxhlet juga memengaruhi hasil akhir ekstraksi (Satriawan *et al.*, 2023).

Etanol dengan konsentrasi 96% dipilih sebagai pelarut pada metode ekstraksi dingin karena memiliki beberapa keunggulan. Etanol berfungsi sebagai cairan penyari yang selektif, serta dapat menghambat pertumbuhan kapang dan bakteri ketika konsentrasinya di atas 20%. Selain itu, etanol bersifat tidak beracun, netral, memiliki daya serap yang baik, mampu mengendapkan albumin, dan menghambat kerja enzim. Etanol juga dapat bercampur dengan air dalam berbagai perbandingan, sehingga meningkatkan efisiensi penyarian. Penggunaan etanol dalam campuran dengan air seringkali disesuaikan dengan jenis bahan yang akan diekstrak, dan pemekatan menggunakan etanol juga memerlukan suhu yang lebih rendah sehingga proses menjadi lebih efisien. Keunggulan ini menjadikan etanol 96% sangat efektif dalam

meningkatkan hasil ekstraksi dibandingkan dengan pelarut lain (Amini *et al.*, 2019).

2.2 Hipotesis

1. Terdapat perbedaan pengaruh antara metode ekstraksi dingin secara maserasi dan perkolasi terhadap hasil uji biokimia ekstrak etanol dari cangkang udang windu (*Penaeus monodon*).
2. Terdapat perbedaan hasil uji biokimia ekstrak etanol cangkang udang windu pada bagian kepala dan ekor yang diperoleh menggunakan metode ekstraksi dingin maserasi dan perkolasi.