

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Penelitian Terdahulu

Acuan penelitian dikombinasikan dari beberapa penelitian terdahulu guna memaksimalkan hasil dari penelitian yang dilakukan. Penelitian yang dilakukan oleh (Puspitasari, 2016) adalah melakukan penggunaan ekstrak lamun sebagai bahan aktif *antifouling*, membandingkan keamanan dari ekstrak dua jenis lamun yang berbeda. Hasil menunjukkan bahwa ekstrak *C.serrulata* lebih aman bagi populasi diatom.

Penelitian yang dilakukan (Amin, 2017) oleh adalah menjadikan daun ketapang sebagai alternatif *antifouling*, ekstraksi zat alami dari daun ketapang dilakukan dengan cara maserasi. Substrat uji yang digunakan berupa plat baja yang direndam selama 28 hari, hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak daun ketapang memberikan pengaruh yang signifikan terhadap luasan penempelan.

Menurut (Dwi & Putra, 2017) pada penelitiannya daun jambu biji memiliki kandungan tanin yang dipercaya mampu mengobati diare, metode yang dilakukan adalah *Microwave Assisted Extraction* (MAE) ini merupakan teknik ekstraksi yang mengkombinasikan energi gelombang mikro dan ekstraksi konvensional dengan pelarut.

(Syahputra, 2019) melakukan penelitian mengetahui pengaruh penambahan ekstrak larutan kulit mangrove pada cat minyak sebagai *antifouling*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan ekstrak larutan kulit mangrove memiliki pengaruh terhadap jumlah penempelan *biofouling* dimana pada material bahan uji yang menggunakan campuran tanin lebih sedikit terjadi penempelan pada material uji.

Penelitian yang dilakukan oleh (Sanjaya et al., 2019) adalah pengendalian laju korosi tembaga pada media korosi larutan NaCl dan HCl dengan menggunakan tanin daun jambu biji sebagai *green inhibitor*. Berdasarkan hasil perhitungan, pada konsentrasi *crude* tanin 200g/l memberikan efisiensi kerja inhibitor yang paling tinggi yaitu 96% dalam media korosi NaCl 30.000 ppm selama waktu korosi 10 hari.

Pada penelitian ini dilakukan pengujian kualitas ekstrak tanin dari bahan baku daun ketapang dan daun jambu biji dengan variasi perbandingan massa ekstrak daun ketapang dan daun jambu biji. Berikut merupakan ringkasan dari penelitian terdahulu :

**Tabel 2. 1** Penelitian Terdahulu

| No | Nama Belakang Peneliti (Tahun) | Tujuan  | Hasil   | Perbedaan  |
|----|--------------------------------|---|---|--|
| 1  | (Puspitasari, 2016)            | Mengetahui daun lamun <i>Cymodocea serrulata</i> dan <i>Syringodium isoetifolium</i> yang berpotensi sebagai tamabahan alami cat <i>antifouling</i> | Lamun <i>C. serrulata</i> lebih potensial untuk dikembangkan sebagai bahan aktif cat <i>antifouling</i> daripada <i>S. isoetifolium</i> .             | Bahan baku   |
| 2  | (Amin, 2017)                   | Mengetahui bahan alami daun <i>Terminalia Catappa</i> yang dapat digunakan sebagai bahan cat <i>antifouling</i> .                                   | Ekstrak daun <i>Terminalia Catappa</i> memberikan pengaruh yang signifikan ( $p < 0,05$ ) terhadap luasan penempelan dan biomassa <i>biofouling</i> . | Bahan baku cat yang digunakan, Jenis substrat yang digunakan |

|   |                        |  |   |                           |
|---|------------------------|--|---|---------------------------|
|   |                        |  | Luasan penempelan memiliki pengaruh signifikan terhadap biomassa <i>biofouling</i> ( $p < 0,005$ )  |                           |
| 3 | (Dwi & Putra, 2017)    | Ekstraksi Daun jambu biji menggunakan metode <i>Microwave Assisted Extraction (MAE)</i>                  | Hasil kandungan tanin yang paling optimal yaitu pada perlakuan massa bahan 1 gram dan lama waktu ekstraksi 6 menit dengan nilai total kandungan tanin sebesar 6,078%. | Metode yang digunakan     |
| 4 | (Syahputra, 2019)      | Mengetahui pengaruh penambahan ekstrak larutan kulit mangrove pada cat minyak sebagai <i>antifouling</i> | Penambahan ekstrak larutan kulit mangrove memiliki pengaruh terhadap jumlah penempelan <i>biofouling</i> .  | Bahan baku yang digunakan |
| 5 | (Sanjaya et al., 2019) | Penerapan penggunaan   | Hasil perhitungan, pada   | Metode yang dilakukan     |

|  |  |  |   |  |
|--|--|--|---|--|
|  |  | tannin daun jambu biji sebagai green inhibitor dalam penelitian ini pada proses korosi plat logam tembaga. | konsentrasi crude tanin 200 g/L memberikan efisiensi kerja inhibitor yang paling tinggi yaitu 96 % dalam media korosi NaCl 30.000 ppm selama waktu korosi 10 hari. Sedangkan dalam media korosi HCl 0,4 M dengan konsentrasi tanin 200 g/L memberikan efisiensi kerja inhibitor sebesar 94 % dengan waktu korosi 10 hari. |  |
|--|--|--|---|--|

## 2.2 Landasan Teori

### 2.2.1 Biofouling atau Penempel Biologis

*Biofouling* merupakan akumulasi pertumbuhan dari organisme laut yang hidupnya menempel pada material terendam oleh air laut. *Biofouling* secara umum terbagi menjadi dua berdasarkan ukurannya yaitu *mikrofauling* dan *makrofauling*, *mikrofauling* yaitu penempelan organisme yang berukuran kecil (seperti bakteri dan alga), dan *makrofauling* yaitu penempelan organisme yang ukurannya lebih besar (seperti teritip, remis, dan cacing *Polychaeta*). *Biofouling* tumbuh dan

berkembang dengan cepat pada berbagai konstruksi buatan manusia yang terendam air. Akumulasi *biofouling* yang terjadi secara berkelanjutan dapat menimbulkan masalah baik secara ekonomis dan operasional khususnya pada bidang transportasi laut (Syahputra, 2019).

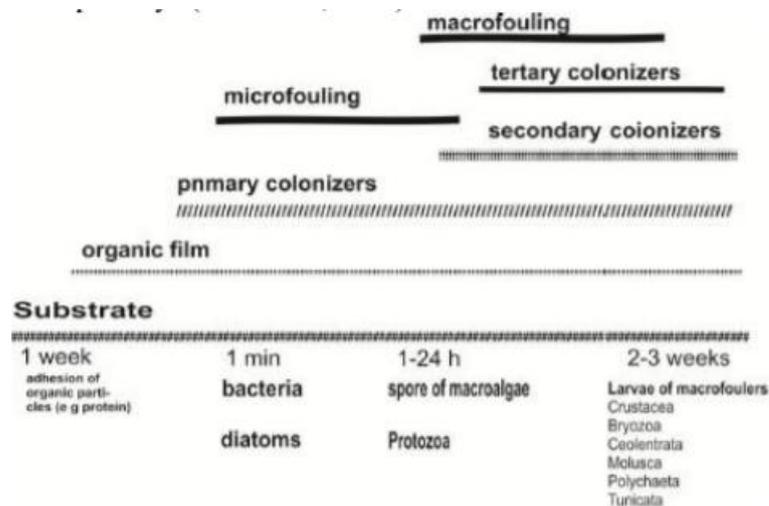
Pada bidang transportasi laut penumpukan *biofouling* sering terjadi pada moda transportasi laut yaitu kapal laut, hal ini dapat menyebabkan kecepatan kapal berkurang hingga 40% sehingga konsumsi bahan bakar meningkat sampai dengan 30%. Berkurangnya kecepatan kapal mengakibatkan tertundanya waktu berlayar. Selain itu peningkatan konsumsi bahan bakar juga mempengaruhi tingkat emisi gas karbon yang menyebabkan peningkatan suhu pada permukaan bumi, artinya kegiatan yang dilakukan adalah pemborosan dan tidak ramah lingkungan (Amin, 2017).

Penumpukan *biofouling* jika tidak segera diatasi akan menimbulkan dampak yang lebih besar lagi seperti; gangguan pada olah gerak kapal, korosi, dan tumbuhnya *strain* bakteri yang dapat merusak besi. Berbagai upaya pencegahan untuk menghambat dan menghilangkan *biofouling* terus dilakukan pengembangannya. Salah satu cara yang umum digunakan oleh masyarakat yaitu menggunakan cat pelindung antifouling komersial yang komponen utamanya adalah logam berat seperti, *Tributyltin* (TBT). Namun saat ini telah dilakukan penelitian yang membuktikan bahwa senyawa TBT tidak hanya toksik terhadap biota *biofouling* akan tetapi juga membahayakan berbagai organisme lainnya. Oleh karenanya, untuk mencegah terjadinya gangguan atau kerusakan yang lebih besar terhadap lingkungan hidup di laut, beberapa negara maju telah melarang penggunaan cat yang mengandung senyawa TBT ini untuk kapal dan instalasi marikultur (Syahputra, 2019).

### **2.2.2 Proses Penempelan *Biofouling***

Proses *fouling* pada permukaan substrat keras diawali dengan penempelan mikroorganisme terutama oleh bakteri dan diatom yang tumbuh berlipat kali secara cepat. Bersama dengan debris (serpihan) dan bahan organik partikulat lainnya, mikroorganisme ini membentuk lapisan tipis pada permukaan benda. Tahap ini merupakan tahap primer dimana mikroorganisme berperan sebagai

perintis bagi organisme penempel berikutnya yang umumnya berukuran lebih besar. Hewan dan tumbuhan yang selanjutnya menempel pada substrat tersebut umumnya berasal dari hewan dan tumbuhan yang secara alami hidup menempel di sekitar lokasi bangunan pada substrat seperti karang dan lain-lain (Patintian, 2020).



**Gambar 2. 1** Waktu penempelan *Biofouling* pada substrat (Patintian 2020)

Pembentukan Biofilm pada suatu substrat di perairan membutuhkan waktu tertentu dalam setiap tahapannya. Bakteri planktonik yang berada di perairan mengalami pengendapan yang berubah-ubah dalam hitungan detik. Selanjutnya bakteri melekat pada substrat dalam hitungan menit (pelekatan awal). Bakteri yang melekat membentuk koloni dan melekat secara permanen pada substrat karena terjadi produksi eksopolimer dalam hitungan menit hingga jam. Selanjutnya terjadi proses pematangan biofilm tahap awal (maturasi 1) dalam hitungan 1 jam sampai 24 jam. Pematangan biofilm tahap akhir (maturasi 2) terjadi pada hitungan 24 jam hingga 1 minggu. Pada hitungan 2 minggu hingga 1 bulan terjadi proses dispersi, yaitu sebagian bakteri siap untuk menyebar dan berkolonisasi di tempat lain (Riskitavani & Purwani, 2013).

Setelah perkembangan dan pembentukan *biofilm* selanjutnya larva dan spora dari *makrofouler* akan menempel pada permukaan substrat. Setelah kurang

lebih 2-3 minggu, larva atau spora akan berkembang menjadi komunitas biologi yang lebih kompleks. Dalam lingkungan perairan laut biasanya penempelan dari *makrofouler* terjadi setelah terbentuknya *biofilm*. Namun, hal tersebut tidak selalu terjadi demikian. Misalnya beberapa spesies larva *bryozoa*, *polychaetes*, dan beberapa *biofouler* lainnya menempel sebelum pembentukan *biofilm* (Balqis *et al.*, 2021).

Proses penempelan *makrofouling* dibagi menjadi 2 (dua) proses yaitu : penempelan sementara dan penempelan permanen. Teritip dan *makroalga* jenis *Ulva sp* menjadi *representative* dari *invertebrata* dan *makroalga* penyebab *biofouling*. Selain itu, kedua organisme tersebut juga merupakan *makrofouling* yang sangat umum dijumpai dan sudah diketahui dengan baik proses penempelannya (Cao *et al.*, 2013).

### **2.2.3 Faktor Yang Mempengaruhi Biofouling**

Menurut (Amin, 2017) faktor fisik, kimia, dan biologi menentukan *biofouling* pada substrat, berikut merupakan beberapa faktor yang mempengaruhi *biofouling*:

- a. Permukaan benda Faktor fisiko kimia pada permukaan benda berupa tekstur, temperatur, hidrophobisitas dan kandungan nutrisi. Larva *invertebrata* lebih memilih permukaan benda yang kasar daripada halus agar dapat melekat dengan kuat. Permukaan benda halus, licin dan kehadiran zat beracun pada permukaan akan mengurangi jumlah *biofouling*. Hasil eksperimen yang dilakukan menunjukkan kepadatan pertumbuhan *biofouling* paling besar hingga terkecil berdasarkan urutannya adalah plat material dari aluminium, kayu dan baja.
- b. Biofilm terbentuk akibat interaksi antara bakteri dan substrat. Interaksi tersebut disebabkan faktor berupa kelembaban permukaan, nutrisi yang tersedia, pembentukan matrik ekstraseluler (*exopolimer*). Bakteri dan mikroorganisme pembentuk biofilm menghasilkan *Extracelluer Polymeric Subtance* atau yang disingkat EPS yang terdiri dari polisakarida dan protein Biofilm mempunyai peranan yang penting sebagai media penempelan dan metamorphosis larva *invertebrate*.

- c. Temperatur Organisme laut mempunyai sifat poikilotermik (suhu tubuh mengikuti suhu lingkungan), sehingga penyebarannya mengikuti perbedaan suhu laut secara geografik. Suhu di lingkungan laut berkisar antara 24 – 32°C. *Biofouling* dapat hidup dari perairan dengan perubahan suhu berkisar antara 15-30°C atau dari perairan eustarina sampai laut terbuka, iklim tropis sampai dengan iklim sedang.
- d. Salinitas adalah jumlah garam terlarut dalam satu liter air, biasanya dalam satuan permil (‰). Air laut umumnya memiliki salinitas yang seragam karena mendekati pencampuran sempurna oleh sirkulasi, namun ada penyimpangan yang signifikan diakibatkan geografis serta vertikal dasar laut. Pada perairan estuaria kadar salinitas dapat mencapai 5-30‰ sedangkan laut terbuka berjumlah 41‰, sedangkan *biofouling* dapat hidup kisaran 10-30‰ .
- e. Gelombang dan arus yang kuat akan menyebabkan kegagalan penempelan larva invertebrata, sehingga tidak akan berkembang menjadi stadium dewasa. Arus air yang lemah memungkinkan larva untuk menempel pada substrat. Larva invertebrata dapat menempel pada substrat dengan batas maksimum kecepatan arus sekitar 10,3 m/s.
- f. Cahaya dan kecerahan cahaya matahari yang jatuh dipermukaan laut akan diserap dan diseleksi oleh air laut, sehingga cahaya merah, ungu, kuning akan hilang akibat panjang gelombang yang panjang. Larva invertebrata lebih banyak ditemukan pada permukaan dibandingkan dengan lapisan dekat dasar, karena larva suka berenang di daerah yang terang daripada di daerah gelap. Cahaya rendah yang terbauur akan merangsang pertumbuhan larva.
- g. Warna permukaan benda yang lebih gelap mampu menstimulasi penempelan larva. Warna gelap mampu mengabsorpsi panas lebih besar daripada warna terang. Jumlah *biofouling* tertinggi terletak pada plat baja dengan warna cat hitam dan terkecil pada plat baja dengan cat warna biru. Benda yang terendam air laut yang dicat dengan cat *antifouling* dengan warna yang menyala seperti warna putih atau warna menyilaukan membuatnya tahan terhadap *biofouling*.

- h. Pasang surut (pasut) adalah proses naik turunnya air laut secara hampir periodik karena gaya tarik benda-benda angkasa, terutama bulan dan matahari. Pasut tidak hanya mempengaruhi lapisan di bagian teratas saja, melainkan seluruh massa air. Di perairan pantai, terutama di teluk atau selat yang sempit, gerakan naik turunnya muka air akan menimbulkan terjadinya arus pasang surut. Hal ini berbeda dengan arus yang disebabkan oleh angin yang hanya terjadi pada lapisan tipis di permukaan, arus pasut bisa mencapai lapisan yang lebih dalam.

#### **2.2.4 Cat *Antifouling***

Cat merupakan suatu produk berbentuk cair yang dioleskan pada substrat dan setelah mengering akan membentuk lapisan tipis dengan daya lekat baik pada permukaan. Cat berfungsi untuk memisahkan lingkungan korosif dengan logam dan mengendalikan lingkungan mikro pada permukaan logam. Lapisan cat diharapkan akan berumur panjang dan akan membatasi masuknya udara dan ion seperti klorida, sulfat, karbonat, oksigen dan air. Lapisan cat tidak akan mampu menghalangi terjadinya reaksi dengan logam pada saat air maupun oksigen mampu mencapai permukaan logam (Amin, 2017).

Menurut (Syahputra, 2019) cat *antifouling* dapat dikelompokkan menjadi tiga berdasarkan sistem pelepasan zat aktif secara biologi, yaitu:

- a. Tipe konvensional, matrik tidak terlarut dalam air laut dan molekul yang beracun bergerak menuju permukaan melalui pori-pori mikroskopik.
- b. *Erodable*, pelepasan zat beracun tetap tertinggal pada lapisan yang lebih dalam dari coating film dan difasilitasi melalui *partial dissolution* dari matrik.
- c. *Self polishing*, matrik dan TBT secara kimia terikat ke dalam bentuk polimer, seperti TBT methacrylate yang melepaskan TBT melalui reaksi dengan air laut karena itu secara tetap memperbaharui permukaan cat. Sistem ini mempunyai beberapa keuntungan laju pelepasan dalam waktu yang konstan dan lebih rendah, menjanjikan perlindungan yang lebih lama (5 tahun).

Sistem cat yang digunakan dalam air mempunyai lapisan berpigmen, tetapi lapisan paling atas bergantung absorpsi air yang sanggup untuk menahan masuknya elektrolit ke permukaan logam. Ikatan antara permukaan logam dengan cat harus kuat untuk mencegah kerusakan akibat osmosis.

#### **2.2.5 Paint Sludge**

*Paint sludge* merupakan bentuk utama dari limbah yang dihasilkan dalam proses pengecatan pada industri manufaktur. *Paint sludge* dihasilkan dari proses *painting* atau proses semprot cat yang tidak menempel dengan obyek pada saat dilakukan penyemprotan. *Paint sludge* memiliki komposisi logam berat yang kompleks seperti Pb, Cd, Zn, Cu, dan Cr (Wardhana et al., 2016). Kandungan logam berat seperti timbal (Pb) dan kadmium (Cd) yang terakumulasi dalam tubuh manusia dapat menyebabkan gangguan ginjal, gangguan sistem reproduksi, dan gangguan sistem syaraf bila kandungan logam berat tersebut terkandung dalam makanan yang dikonsumsi oleh manusia. Kandungan chromium (Cr) yang terakumulasi dalam tubuh manusia dapat menyebabkan kanker paru-paru bila kandungan chromium (Cr) masuk melalui sistem pernapasan manusia (Sudarmaji, 2006). Logam berat juga dapat mempengaruhi penyakit kronis bagi manusia, yaitu gangguan sistem saraf, kerusakan ginjal, gangguan fungsi otak, kerusakan DNA dan kromosom, bahkan kematian (Agustina, 2014).

Dalam Peraturan Pemerintah (PP) No. 101 Tahun 2014 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun, *paint sludge* memiliki kode limbah A325 dengan nilai kategori bahaya 1 (satu). Pencantuman kode limbah dan kategori bahaya *paint sludge* dalam peraturan tersebut menjelaskan bahwa karakteristik limbah B3 memiliki dampak akut dan langsung terhadap manusia serta lingkungan hidup.



**Gambar 2. 2 Paint Sludge**

### **2.2.6 Daun Ketapang (*Terminalia catappa* L)**

Ketapang atau dikenal dengan nama ilmiah *T. catappa* terdistribusi secara luas di daerah tropis dan subtropis di Asia dan Amerika Selatan. Ketapang memiliki ketinggian 10-35 cm dengan cabang muda tebal serta daun yang sangat lebar dengan penampilan buah seperti buah almond. Ketapang tergolong *semi-deciduous* dengan kulit kayu berwarna coklat abu-abu dan kasar ketika berumur tua. Ketapang memiliki penyebaran yang sangat luas dari daerah pantai berpasir atau berkarang dan bagian tepi daratan dari mangrove hingga jauh ke darat (Amin, 2017).

Ketapang (*Terminalia catappa*) termasuk salah satu tanaman yang dapat tumbuh di tanah yang kurang nutrisi dan tersebar hampir diseluruh wilayah Indonesia sehingga mudah untuk dibudidayakan. Selama ini masyarakat hanya mengenal tanaman ketapang sebagai tanaman peneduh kota dan belum banyak dimanfaatkan sehingga nilai ekonomisnya masih rendah. Seperti pada umumnya, daun ketapang berwarna hijau. Namun, pada musim kemarau/gugur warnanya berubah ada yang berwarna kuning kecoklatan, ada pula yang berwarna merah kecoklatan. Warna hijau pada daun berasal dari kandungan klorofil pada daun. Daun ketapang (*Terminalia catappa* L.) diketahui mengandung senyawa kimia seperti *flavonoid*, *alkaloid*, *tannin*, *triterpenoid*, *steroid*, *resin*, *saponin*, *kuinon*, dan *fenolik*. Senyawa tanin dan *flavonoid* daun ketapang didumga bersifat sebagai antibakteri (Tampemawa *et.al*, 2016).

Sejauh ini penelitian yang dilakukan adalah menggunakan ekstrak daun ketapang berwarna hijau maupun merah sebagai antibakteri secara tunggal. Mengingat daun ketapang baik yang berwarna hijau maupun yang berwarna merah memiliki khasiat sebagai antibakteri dan sejauh ini belum ada penelitian yang mengkombinasi daun ketapang yang berbeda warna tersebut, maka perlu dilakukan penelitian dengan mengkombinasikan daun ketapang berwarna hijau dan merah dalam menghambat pertumbuhan *Staphylococcus aureus* (Munira *et al.*, 2018).

### **2.2.7 Daun Jambu Biji (*Psidium guajava*)**

Jambu biji (*Psidium guajava*) adalah salah satu tanaman buah jenis perdu, dalam bahasa Inggris disebut juga Lambo guava. Tanaman ini berasal dari Brazilia Amerika Tengah, menyebar ke Thailand kemudian ke negara Asia lainnya seperti Indonesia. Jambu sering kali disebut juga jambu klutuk, jambu siki atau jambu batu. Daun jambu biji berbau aromatik dan rasanya sepat. Daunnya merupakan daun tunggal yang berwarna hijau keabuan, helai-helai daun berbentuk jorong sampai bulat memanjang, ujung daunnya meruncing sedangkan pangkal daunnya juga meruncing tetapi ada pula yang membulat, daun berukuran panjang antara 6 - 15 cm dan lebar antara 3 - 7,5 cm sedangkan tangkainya kurang lebih 1 cm. Daun berambut penutup pendek, tampak berbintik-bintik yang sesungguhnya merupakan rongga-rongga lisigen, warnanya gelap namun bila dalam keadaan terendam air menjadi tembus cahaya (Mutiara, 2014). Menurut (Dwi & Putra, 2017) jambu biji mempunyai zat kimia yang sebagai zat aktif adalah flavonoid, alkaloid, tanin, pektin, minyak atsiri, tanin yang dapat digunakan sebagai anti bakteri, absorbent (pengelat atau penetral racun), *astringent* (melapisi dinding mukosa usus terhadap rangsangan isi usus) dan antispasmodik (kontraksi usus).

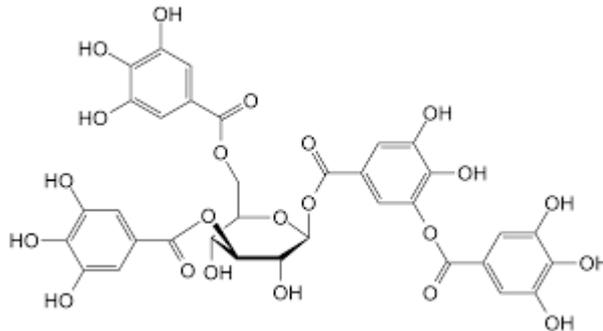
### **2.2.8 Tanin**

Tanin adalah senyawa fenolik kompleks yang memiliki berat molekul 500-3000. Tanin dibagi menjadi dua kelompok atas dasar tipe struktur dan aktivitasnya terhadap senyawa hidrolitik terutama asam, yaitu tanin terkondensasi (*condensed tannin*) dan tanin yang dapat dihidrolisis (*hydrolyzable tannin*). Tanin merupakan

zat organik yang sangat kompleks dan terdiri dari senyawa fenolik. Tanin terdapat luas dalam tumbuhan berpembuluh, dalam *angiospermae* terdapat khusus dalam jaringan kayu. Tanin terdiri dari sekelompok zat – zat kompleks terdapat secara meluas dalam dunia tumbuh – tumbuhan, Antara lain terdapat pada bagian kulit kayu, batang, daun, dan buah – buahan. Tanin disebut juga asam tanat, galotanin atau asam galotanat, memiliki titik leleh 3050C, titik didih 127°C, dan kelarutan dalam air 0,656 gr dalam 1ml (70°C) (Dwi & Putra, 2017).

Tanin terletak terpisah dari protein dan enzim sitoplasma di dalam tumbuhan. Sebagian besar tumbuhan yang mengandung senyawa tanin dihindari oleh hewan pemakan tumbuhan karena rasanya yang sepat. Pada umumnya tanin terdistribusi dalam *kingdom* tumbuhan *Gymnospermae* dan *Angiospermae* yang terdapat khusus dalam jaringan kayu. Tanin lebih banyak terdapat dalam tumbuhan dikotil daripada tumbuhan monokotil. Tanin dalam jaringan tumbuhan terletak pada bagian tunas, daun (di atas epidermis yang dapat digunakan sebagai pelindung dari serangan predator), akar (dalam *hypodermis*), batang (pada *floem* sekunder dan *xilem*) serta lapisan Antara epidermis dan korteks (Dwi & Putra, 2017).

Berbeda dengan flavonoid, tannin adalah salah satu golongan senyawa polifenol yang juga banyak dijumpai pada tanaman. Tanin dapat didefinisikan sebagai senyawa polifenol dengan berat molekul yang sangat besar yaitu lebih dari 1000 g/mol serta dapat membentuk senyawa kompleks dengan protein. Dari Gambar 3 terlihat bahwa struktur senyawa tannin terdiri dari cincin benzena (C6) yang berikatan dengan gugus hidroksil (-OH). Tanin memiliki peranan biologis yang besar karena fungsinya sebagai pengendap protein dan penghelat logam. Oleh karena itu tannin diprediksi dapat berperan sebagai antioksidan biologis (Noer *et al.*, 2018).



**Gambar 2.3** Struktur Kimia Tanin (Noer *et.al*, 2018)

### 2.2.9 Ekstraksi

Ekstraksi merupakan teknik pemisahan campuran beberapa zat menjadi beberapa komponen yang terpisah berdasarkan pada distribusi zat terlarut di dalam suatu pelarut yang dipilih atau zat yang diinginkan larut (Pratiwi, 2014). Distribusi pemisahan tersebut mengikuti prinsip *like dissolve dislike* yang berdasarkan pada perbedaan kepolaran. Proses distribusi ini melibatkan perbedaan kelarutan komponen campuran dalam suatu pelarut sehingga senyawa yang diinginkan dapat dipisahkan dari campurannya secara selektif dalam pelarut yang digunakan tersebut. Hasil dari ekstraksi disebut ekstrak yang tidak mengandung hanya satu unsur saja, tetapi berbagai macam unsur, tergantung pada kandungan senyawa kimia tumbuhan yang digunakan dan kondisi dari ekstraksi. Ekstraksi yang tepat tergantung pada tekstur dan kandungan air bahan tumbuhan yang diekstraksi dan pada jenis senyawa yang diisolasi.

### 2.2.10 Maserasi

Maserasi adalah salah satu jenis metode ekstraksi dengan sistem tanpa pemanasan atau dikenal dengan istilah ekstraksi dingin, jadi pada metoda ini pelarut dan sampel tidak mengalami pemanasan sama sekali. Maserasi merupakan teknik ekstraksi yang dapat digunakan untuk senyawa yang tidak tahan panas ataupun tahan panas.

Proses pembuatan ekstrak dengan metode maserasi harus mengikuti syarat *farmakope*, yaitu bahan tumbuhan dihaluskan dengan cara dipotong-potong atau diserbuk kasaran, kemudian disatukan dengan bahan pengekstraksi. Rendaman tersebut disimpan terlindungi dari cahaya langsung untuk mencegah reaksi yang dikatalis cahaya atau perubahan warna sambil sesekali diaduk pengadukan atau

pengocokan dilakukan agar cepat mendapat kesetimbangan antara bahan yang diekstraksi dalam bagian sebelah dalam sel dengan bahan yang masuk ke dalam cairan. Kondisi diam tanpa pengocokan selama maserasi menyebabkan turunnya perpindahan bahan aktif. Semakin besar perbandingan bahan terhadap pelarut akan semakin baik hasil yang diperoleh. Faktor yang dapat berpengaruh dalam proses ekstraksi dengan bahan kering, yaitu ukuran dari partikel tersebut. Semakin kecil ukuran partikel dari bahan, maka akan semakin mudah pelarut menarik senyawa kimia yang terkandung dalam bahan tersebut. Metode Maserasi umumnya menggunakan pelarut non air atau pelarut non-polar (Amin, 2017).

### **2.2.11 Etanol**

Etanol (disebut juga etil-alkohol atau alkohol saja), adalah alkohol yang paling sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Karena sifatnya yang tidak beracun bahan ini banyak dipakai sebagai pelarut dalam dunia farmasi dan industri makanan dan minuman. Etanol tidak berwarna dan tidak berasa tapi memiliki bau yang khas. Bahan ini dapat memabukkan jika diminum. Rumus molekul etanol adalah  $C_2H_5OH$  atau rumus empiris (Ramdja *et.al*, 2009).

Menurut (Widhiana *et.al*, 2020) waktu maserasi dan jenis pelarut sangat mempengaruhi terhadap rendemen, jenis pelarut yang di uji adalah: metanol 95%, etanol 96%, dan aseton 90%, dengan 3 taraf waktu maserasi yaitu: 24 jam, 36 jam, dan 48 jam. Selama proses maserasi dilakukan pengadukan selama 5 menit setiap 6 jam sekali dalam kondisi botol gelap tertutup rapat pada suhu ruang (28-29°C). Dari ketiga jenis pelarut dan lama waktu perendaman ditemukan perlakuan terbaik adalah menggunakan pelarut etanol 96% dan waktu perendaman selama 48 jam.

Perbedaan konsentrasi pelarut etanol berpengaruh terhadap tingkat polaritas suatu pelarut. Polaritas etanol semakin meningkat seiring dengan penurunan konsentrasinya dalam air. Perbedaan konsentrasi etanol dapat mempengaruhi kelarutan senyawa flavonoid dalam pelarut. Semakin tinggi konsentrasi etanol maka semakin rendah tingkat kepolaran pelarutnya. Penggunaan konsentrasi etanol yang lebih tinggi hingga 90% mengakibatkan total flavonoid ekstrak yang diperoleh mengalami penurunan (Riwanti *et al.*, 2020).