

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Tanaman Matoa (*Pometia pinnata*)

Matoa ialah tanaman khas yang menjadi simbol flora di Papua, mudah ditemukan di hutan-hutan Papua karena tumbuh secara alami di wilayah dataran rendah hingga ketinggian sekitar 1200 mdpl. Selain Papua, matoa juga dapat tumbuh di Maluku, Sulawesi, Kalimantan, serta Jawa, dengan ketinggian tumbuh sampai sekitar 1.400 meter di atas permukaan laut. Matoa juga tumbuh di negara seperti Malaysia, Papua New Guinea, serta daerah tropis di Australia (Balai Penelitian Tanaman Pangan (BPTP) Papua, 2021).

1. Klasifikasi Tanaman Matoa

- Kingdom : *Plantae*
- Division : *Magnoliophyta*
- Class : *Magnoliopsida*
- Subclass : *Rosidae*
- Ordo : *Sapindales*
- Family : *Sapindaceae*
- Genus : *Pometia*
- Spesies : *Pometia Pinnata* J.R. dan G. Forst (Balai konservasi tumbuhan kebun raya, 2019)



Gambar 1. Daun Matoa (*Pometia pinnata* J.R Forst dan G. Forst)
(goodnewsfromindonesia.id)

2. Morfologi Tanaman

Akar matoa berwarna coklat dan menjangkar kuat pada tanah. Ketika tanaman matoa berusia puluhan tahun, akarnya dapat menembus permukaan tanah.

Matoa berbentuk pohon dengan tinggi mencapai 20-40 meter dan diameter batang mencapai 1,8 meter. Batang silindris berwarna coklat keputihan memiliki bagian luar yang berpasir. Banyaknya cabang

Matoa berkontribusi pada pembentukan pohon yang rindang dan miring dengan percabangan simpodial.

Daun Matoa berbentuk kompleks, dengan empat hingga dua belas pasang helai daun tersebar secara sporadis. Daun matoa berwarna merah cerah saat masih muda dan menjadi hijau saat dewasa. Bentuknya lonjong, berukuran lebar 8–15 cm dan panjang 30–40 cm. Daunnya mempunyai tepi rata, pangkal tumpul (obtusus), dan ujung runcing (akuminatus). Mereka tebal dan kaku. Daunnya mempunyai duri menyirip yang melengkung pada bagian tulang belakangnya serta mempunyai permukaan atas dan bawah licin.

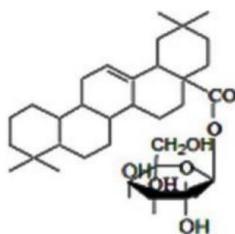
Bunga matoa mempunyai tangkai pendek, bulat, berwarna hijau dengan kelopak berambut hijau. Bentuknya majemuk, berbentuk corong, dan terletak di dekat ujung batang. Terdapat benang sari berwarna putih, banyak, dan pendek. Putiknya memiliki batang berwarna putih dengan pangkal membulat, dan mahkota berwarna kuning dengan tiga hingga empat benang seperti pita.

Berbentuk bulat atau lonjong, buah matoa memiliki panjang sekitar 5–6 cm. Tergantung pada jenisnya, kulit buahnya bisa berwarna hijau, merah, atau kuning. Bijinya berbentuk bulat, berwarna coklat muda sampai hitam kecoklatan, dagingnya halus dan berwarna putih kekuningan. Benih digunakan dalam perbanyakan mamoas secara generatif (Balai Penelitian Tanaman Pangan (BPTP) Papua, 2021).

3. Kandungan kimia

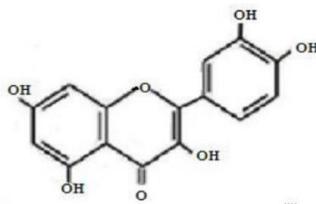
Kandungan fitokimia yang ada di daun matoa yakni senyawa saponin, flavonoid, alkaloid, serta tanin dan berkhasiat sebagai antioksidan dan antibakteri (Kuspradini *et al.*, 2016). Kandungan flavonoid dan tanin pada daun matoa berkhasiat sebagai antioksidan (Martiningsih *et al.*, 2016).

3.1. Saponin. Saponin ialah kelompok senyawa glikosida, bisa membentuk larutan koloidal dalam air serta berbusa ketika dikocok dan rasa pahit. Antioksidan sekunder yang disebut saponin dapat menghentikan peroksidasi lipid dengan menciptakan hidroperoksida (Anggraito *et al.*, 2018). Berlandaskan penelitian yang dijalankan (A *et al.*, 2014) efek yang dimiliki saponin adalah antioksidan dan juga sebagai antibakteri.



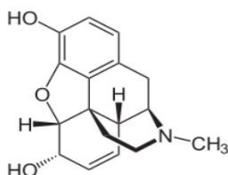
Gambar 2. Struktur kimia saponin (Nurzaman et al., 2018)

3.2. Flavonoid. Flavonoid ialah kategori utama senyawa fenolik yang sangat melimpah dalam alam. Keanekaragaman senyawa flavonoid ini disebabkan oleh variasi dalam tingkat hidroksilasi, alkoksilasi, serta glikosilasi pada struktur mereka. Flavonoid memiliki kerangka karbon dasar yang terdiri atas 15 atom karbon, membentuk struktur C₆-C₃-C₆ yang khas. Berdasarkan struktur molekulnya, flavonoid dapat dikelompokkan menjadi enam kategori, yaitu kalkon, flavon, flavonol, flavanon, antosianin, dan isoflavon (Julianto, 2019).



Gambar 3. Struktur kimia flavonoid (Harborne JB, 1987)

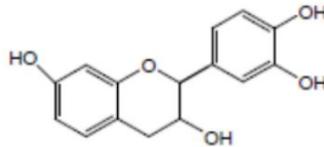
3.3. Alkaloid. Alkaloid adalah zat yang terbuat dari triptofan, lisin, atau tirosin, dan asam amino lainnya. Komponen jalur terpena dapat ditemukan di beberapa alkaloid. Alkaloid sebagian besar bersifat basa. Atom nitrogen terprotonasi pada pH 7,2 di sitosol atau pH 5–6 di vakuola, memberikan alkaloid muatan positif dan membuatnya larut dalam air (Anggraito *et al.*, 2018).



Gambar 4. Struktur kimia alkaloid (Harborne, 1986)

3.4. Tanin. Protein dan zat organik lainnya yang mengandung asam amino dan alkaloid dapat bereaksi dan dikumpulkan oleh tanin, suatu produk fenolik dengan rasa pahit, chelating, dan astringent. Tanaman seringkali mengandung tanin. Tanin memiliki kemampuan

mengatur metabolisme tanaman dan melindungi tanaman dari hewan dan serangga predator. Lebih dari 20.000 proanthocyanidins dan 500–3000 ester asam galat membentuk berat molekul tanin. Ada dua jenis tanin: tanin kental dan tanin terhidrolisis (Julianto, 2019).



Gambar 5. Struktur kimia tanin (Robinson, 1995)

B. Simplisia

1. Pengertian Simplisia

Simplisia ialah bahan alami yang telah dikeringkan dan dipergunakan menjadi obat tanpa diubah atau diproses lebih lanjut. Ada 2 jenis simplisia yakni simplisia segar serta simplisia nabati. Simplisia segar merujuk pada bahan alami yang masih dalam keadaan segar dan belum mengalami proses pengeringan. Sementara itu, simplisia nabati mencakup bahan alami yang terdiri atas tumbuhan secara keseluruhan, bagian-bagian tumbuhan, atau ekstrak dari tumbuhan. Eksudat tumbuhan mengacu pada isi sel yang keluar secara alami dari tumbuhan atau dipisahkan secara khusus, serta mencakup zat nabati lain yang telah diisolasi dari tumbuhan tersebut (Farmakope Herbal Indonesia, 2017).

2. Pengeringan Simplisia

Pengeringan pada simplisia dapat dilakukan menggunakan dua cara, pengeringan secara alamiah dalam artian memanfaatkan bantuan sinar matahari serta dengan cara diangin-anginkan serta pengeringan buatan seperti menggunakan oven, uap panas ataupun alat lain (Dharma *et al.*, 2020). FHI menyatakan bahwa pengeringan dapat dilakukan di udara, di bawah sinar matahari, atau di dalam oven selama suhu di dalam oven tidak melebihi 60°C.

3. Ekstrak

Ekstrak ialah bentuk sediaan yang dihasilkan dari simplisia nabati dengan proses pengolahan yang sesuai, baik berupa bentuk kering, kental, atau cair. Proses pembuatan ekstrak dilakukan dengan memisahkan bahan alami tersebut tanpa adanya paparan langsung terhadap sinar matahari (Farmakope Herbal Indonesia, 2017). Pelarut yang sesuai digunakan dalam proses ekstraksi untuk memisahkan bahan dari campuran. Metode dan teknik khusus sesuai sifat dan tujuan

ekstraksi dapat diikuti saat melaksanakan ekstraksi. Sampel dapat dikeringkan atau segar bila diperlukan. Sampel segar sering digunakan karena penetrasi dapat terjadi dengan cepat. Namun penggunaan sampel kering juga memiliki beberapa manfaat, seperti kandungan air yang rendah, yang dapat melindungi bahan kimia dari potensi bahaya akibat tindakan antimikroba (Marjoni, 2016).

4. Metode Ekstraksi

Maserasi adalah pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini. Menurut Departemen Kesehatan (2000), maserasi adalah cara mengekstraksi simplisia dengan menggunakan pelarut sambil dikocok dan diaduk berulang kali pada suhu kamar. Untuk menggunakan prosedur ini, masukkan simplisia dan pelarut yang relevan ke dalam wadah lembam yang kedap udara dan diamkan pada suhu kamar. Bila konsentrasi senyawa dalam pelarut dan sel tumbuhan sama, prosedur diakhiri. Kelemahan metode maserasi antara lain waktu pemrosesan yang lama, penggunaan pelarut yang tinggi, dan potensi kehilangan bahan kimia. Keuntungan dari pendekatan ini adalah melindungi bahan kimia termolabil dari bahaya (Mukhraini, 2014).

5. Pelarut

Pelarut yang digunakan adalah etanol, menyatakan bahwa diantara metode ekstraksi yang dilaporkan etanol merupakan pelarut yang paling banyak digunakan. Kelebihan etanol antara lain relatif kurang toksik dibandingkan dengan metanol maupun aseton, tingkat ekstraksi tinggi, dan mudah didapatkan (Chen *et al.*, 2020)

C. Gel

1. Definisi Gel

Gel adalah sistem semipadat yang terdiri dari dispersi cair partikel anorganik kecil atau molekul organik besar. Gel adalah sistem dua fase yang ditandai dengan dispersi partikel-partikel kecil dalam medium. Partikel kecil ini, yang merupakan fase terdispersi, biasanya memiliki massa yang lebih besar dan kadang-kadang disebut magma (Indrawati, 2011).

Pemanfaatan bahan dasar yang larut dalam air atau alkohol, termasuk polimer alami atau sintetik, dapat memfasilitasi pembentukan gel. Gel fase tunggal terdiri atas makromolekul organik yang terdispersi secara hidrofilik dalam media cair, tanpa ikatan antarmolekul yang terlihat. Gel fase tunggal atau sistem dua fase, termasuk magma, bisa

menunjukkan sifat tiksotropik, yang berarti menjadi semi padat saat diam dan kembali menjadi cair saat diaplikasikan (Indrawati, 2011).

Zat ini tampak transparan (bening) dan menyebar dengan mudah. Karena daya tarik visualnya yang khas, gel sering kali dimasukkan ke dalam produk kosmetik termasuk pasta gigi, perawatan tubuh, rambut, dan produk cukur (Indrawati, 2011) dan juga karakteristik hidrasi kulit yang cukup bagus. Karena basis dari gel sendiri adalah air atau hidrogel maka gel mampu mencukupi kebutuhan air didalam kulit. Kekurangan dari sediaan gel antara lain, tidak mempunyai daya oklusif karena tidak ada fase minyak.

2. Komponen Gel

2.1. Bahan aktif. Bahan aktif atau disebut zat aktif adalah zat utama yang berkhasiat pada sebuah sediaan.

2.2. *Gelling agent*. *Gelling agent* ialah zat atau bahan yang dipergunakan dalam formulasi sediaan gel untuk membentuk jaringan gel atau membantu dalam pembentukan tekstur gel. *Gelling agent* di bagi menjadi empat berdasarkan sumbernya antara lain, protein contohnya kolagen dan gelatin, polisakarida contohnya alginate, agar, serta tragakanta, polimer semi sintetis contohnya turunan dari selulosa seperti HPMC dan Na-CMC, polimer sintetis contohnya carbopol, polivinil alkohol, serta polaxomer.

2.3. *Plasticizer*. *Plasticizer* adalah bahan tambahan yang digunakan untuk mengubah kelenturan struktur gel agar viskoelastis. *Plasticizer* juga mampu menurunkan tegangan permukaan (*glass transition*). Ketika polimer ditambah dengan *plasticizer* tegangan permukaan turun dan struktur pada polimer tidak menjadi rigid, dalam artian gel yang didapatkan menjadi lebih lentur dan elastis karena adanya ikatan hidrogen.

2.4. Humektan. Humektan berfungsi dalam mempertahankan air dalam sistem gel. Humektan dapat mencegah terjadinya sineresis yaitu sistem air dalam gel akan keluar ke permukaan sediaan. Mekanisme dari humektan adalah dengan cara menarik air dari lingkungan sekitar dan lapisan pada kulit sehingga dapat mengikat dan menahan kelembaban.

2.5. Pengawet/antimikroba. Untuk memperpanjang umur simpan dan penggunaan kembali sediaan, bahan pengawet dimasukkan ke dalamnya. Pengawet sering kali dimasukkan ke dalam formulasi yang terdiri dari beberapa dosis.

D. Radikal Bebas

1. Pengertian Radikal Bebas

Radikal bebas adalah molekul yang sangat reaktif dengan satu atau lebih elektron tidak berpasangan yang mampu mengakibatkan kerusakan pada molekul lain di dalam tubuh. Penumpukan radikal bebas di tubuh bisa berkontribusi terhadap berkembangnya berbagai penyakit, termasuk kanker, penyakit kardiovaskular, dan penuaan dini, dengan menyebabkan cedera pada sel dan jaringan (Halliwell dan Gutteridge, 2015).

2. Sumber Radikal Bebas

Sumber radikal bebas terdiri atas 2 sumber, yakni radikal bebas dari dalam tubuh (endogen) serta radikal bebas yang bersumber dari luar tubuh (eksogenus) (Yuslianti, 2018).

2.1. Radikal Bebas Endogen. Senyawa autooksidasi, oksidasi enzimatis, fagositosis selama respirasi transpor elektron di mitokondria, oksidasi ion logam transisi, dan iskemia merupakan sumber radikal bebas endogen yang signifikan. Senyawa yang mengandung ikatan rangkap, alilik, benzilik, atau hidrogen tersier yang rentan terhadap oksidasi udara mengalami autooksidasi. Sebagai gambaran, lipid yang menghasilkan asam benzoat.

Melalui oksidasi enzimatis, asam hipoklorit dapat diproduksi sebagai oksidan. Sekitar 70–90% oksigen yang dikonsumsi oleh sel fagositik diubah dari superoksida menjadi H_2O_2 dengan bantuan mikroorganisme, memanfaatkan 'OH dan HOCl. Superoksida dan xantin dihasilkan selama iskemik. Xantin yang diproduksi terus menerus dapat menyebabkan asam urat. Fagositosis selama respirasi mengacu pada mekanisme dimana sel leukosit menelan mikroorganisme sambil mengonsumsi oksigen dalam jumlah besar (Yuslianti, 2018).

2.2. Radikal Bebas Eksogenus. Radikal bebas eksogen berasal dari sumber di luar tubuh manusia, termasuk namun tidak terbatas pada sinar *ultraviolet* (UV), radiasi, asap rokok, karbon tetraklorida, senyawa kuliner, dan pewarna.

Melanosis dapat dirangsang oleh radiasi ultraviolet B, yang menyebabkan produksi melanin berlebih di epidermis. Efeknya adalah penggelapan kulit ari dan terbentuknya bercak hitam. Menimbulkan kerutan, sinar ultraviolet A dapat merusak epidermis dengan menembus lapisan basal. Dengan mentransfer energinya ke komponen seluler,

radiasi elektromagnetik dari sinar X, sinar gamma, elektron, proton, neutron, alfa, dan partikel beta dapat menghasilkan radikal primer. Dengan menjalani reaksi sekunder dengan oksigen yang terurai atau cairan sel, radikal primer mampu menyebabkan cedera jaringan.

Asap rokok yang bercampur dengan udara dan gas nafas buangan akan memproduksi agen radikal yang lebih bahaya, contohnya nitrit oksidasi, radikal peroxy, radikal berbasis karbon (O_2CCL_3) sehingga dapat membahayakan perokok. Oksidan dari asap rokok bisa menghabiskan antioksidan intra seluler pada paru-paru melalui mekanisme tekanan antioksidan.

Senyawa karbon tetraklorida (CCL_4) merupakan senyawa pada pestisida yang bisa masuk ke dalam tubuh dari lingkungan luar. Senyawa ini dapat bereaksi dengan monooksidase dengan sitokrom P450 yang berada didalam tubuh sehingga menghasilkan *triklorometil* (CCl_3) *trichloro metal peroxy* (CCl_3O_2).

Senyawa hasil pemanggangan seperti makanan dalam bentuk gosong bisa menjadi penyebab radikal bebas dalam tubuh. Senyawa ini disebut *benzopyrene* yang dapat membentuk molekul radikal yaitu *7,8-diol-9-10* epoksida penyebab dari karsinogenesis.

Asam karmat dan pewarna yang berasal dari makanan dan minuman, serta bahan tambahan seperti E120 (cairan buah fermentasi yang terdiri dari 12 varietas buah), berpotensi menghasilkan senyawa radikal. Senyawa radikal ini terlibat pada reaksi peroksidasi lipid, yang kemudian menyebabkan kerusakan membran sel dan kematian jaringan (Yuslianti, 2018).

E. Antioksidan

1. Pengertian Antioksidan

Antioksidan ialah senyawa dengan struktur molekul yang dapat memberi elektron dan memutus reaksi berantai dari radikal bebas. Antioksidan diklasifikasikan atas 3 macam berdasarkan sumbernya yakni antioksidan endogen, antioksidan alami, serta antioksidan sintetik. Antioksidan endogen yaitu antioksidan berupa enzim, misalnya superoksida dismutase, glutathione peroxidase, serta katalase. Antioksidan alami yaitu antioksidan yang berasal dari tanaman, hewan yakni tokoferol, vitamin C, beta karoten, flavonoid serta senyawa fenolik. Antioksidan sintetik yaitu antioksidan yang berasal dari bahan kimia seperti *Butylated Hydroxy Anisole* (BHA), *Butylated*

Hydroxytoluene (BHT), *Tertiary Butyl Hydroquinone* (TBHQ) yang ditambahkan pada campuran makanan guna mencegah kerusakan lemak (Yunanto *et al.*, 2009).

Penilaian kapasitas antioksidan umumnya dilakukan dengan menggunakan nilai IC_{50} yang menampilkan konsentrasi suatu zat yang mampu menyebabkan penurunan aktivitas radikal bebas senilai 50%. Kapasitas antioksidan meningkat seiring dengan penurunan nilai IC_{50} (Senevirathne *et al.*, 2006). Tingkat aktivitas antioksidan dikategorikan seperti terlihat di tabel berikut:

Tabel 1. Tingkat Kekuatan Antioksidan dengan Metode DDPH

Intensitas	Nilai IC_{50}
Sangat kuat	<50
Kuat	50-100
Sedang	100-150
Lemah	150-200
Sangat lemah	>200

(Sumber: Molyneux, 2004)

2. Jenis Antioksidan

Antioksidan dibedakan menjadi 5 jenis berdasarkan fungsinya:

2.1. Antioksidan primer. Antioksidan primer menghambat pembentukan radikal bebas segar dengan mengubah radikal bebas yang sudah ada menjadi molekul yang sudah ada sebelumnya, sehingga mengurangi efek merugikan sebelum reaktivitasnya. Antioksidan pada tubuh disebut juga antioksidan primer, salah satunya ialah enzim *super oksida dismutase* (SOD). Enzim ini terlibat dalam mencegah degradasi sel akibat radikal bebas di dalam tubuh. Aktivitas enzim SOD sangat dipengaruhi oleh keberadaan mineral termasuk mangan, seng, dan tembaga (Yunanto *et al.*, 2019).

2.2. Antioksidan sekunder. Dengan menangkap radikal bebas dan mencegah reaksi berantai, antioksidan sekunder secara efektif mencegah kerusakan lebih lanjut. Antioksidan sekunder yang berasal dari buah-buahan termasuk vitamin E, vitamin C, dan *beta karoten* (Yunanto *et al.*, 2019).

2.3. Antioksidan tersier. Antioksidan tersier berfungsi memperbaiki sel-sel serta jaringan yang rusak karena serangan radikal. Contoh dari senyawa ialah *methionine sulfoxide reductase* yang berfungsi memperbaiki DNA pada inti sel. Enzim tersebut bermanfaat untuk perbaikan DNA pada penderita kanker (Yunanto *et al.*, 2019).

2.4. Oxygen scavenger. *Oxygen scavenger* berfungsi mengikat oksigen akibatnya tidak mendukung reaksi oksidasi. Misanya vitamin C (Yunanto *et al.*, 2019).

2.5. Chelators/Sequestrants. Antioksidan *chelator* berfungsi dengan cara mengikat logam, yang berperan sebagai katalis reaksi oksidasi. Contohnya seperti asam sitrat serta asam amino (Yunanto *et al.*, 2019).

3. Metode Uji Aktivitas Antioksidan

3.1. Metode DPPH (2,2-Diphenyl-1-Picrylhydrazyl). Penapisan aktivitas pemulung radikal bebas merupakan proses yang mudah, cepat, dan hemat biaya dengan menggunakan metode DPPH. Selain itu, pendekatan ini layak dan tepat untuk digunakan dalam penilaian kapasitas antioksidan melalui radikal bebas. Metode DPPH dapat diterapkan pada sampel padat dan cair. Pendekatan ini sangat cocok untuk evaluasi awal spesimen, khususnya ekstrak tumbuhan. Untuk menafsirkan hasil tes, persentase inhibitor dan kapasitas antioksidan digunakan. Penentuan kapasitas daya hambat didasarkan pada nilai *Inhibitor Concentration* (IC_{50}) yang menunjukkan konsentrasi senyawa antioksidan yang mengakibatkan daya hambat sebesar 50%. Berbanding terbalik dengan kapasitas antioksidan adalah nilai IC_{50} ; dengan demikian, nilai IC_{50} yang lebih rendah berarti kapasitas antioksidan yang lebih besar dalam sampel (Devitria, 2020).

DPPH stabilitas tinggi merupakan salah satu bentuk radikal bebas yang dimanfaatkan untuk menilai kapasitas suatu bahan alami dalam menangkal radikal bebas. Operasi mendasar dari pendekatan ini adalah mereduksi DPPH melalui sumbangan hidrogen atau elektron, sehingga menghasilkan transformasi warna dari ungu menjadi kuning. Mengikuti variasi intensitas warna yang sebanding dengan jumlah elektron yang disumbangkan, serapan DPPH menurun. DPPH adalah radikal yang relatif stabil yang dapat mengalami reduksi melalui sumbangan hidrogen atau elektron, sehingga terjadi transformasi warna dari ungu menjadi kuning. Zat dengan kemampuan untuk menginduksi modifikasi ini dapat diklasifikasikan sebagai pemulung radikal atau antioksidan. Sebagai konsekuensinya, pemanfaatan DPPH sangat penting ketika mengevaluasi kapasitas pemulungan radikal senyawa *polihidroksi aromatik* (Maesaroh *et al.*, 2018).

3.2. Metode FRAP. Metode FRAP dipergunakan guna evaluasi antioksidan pada tumbuhan. Prinsipnya melibatkan transfer elektron

dari antioksidan ke *senyawa* Fe^{3+} -TPTZ (*Tris Pyridyl Triaxine*). Senyawa Fe^{3+} -TPTZ mewakili senyawa oksidator yang dapat berpotensi merusak sel-sel dalam tubuh. Kelebihan metode FRAP terletak pada kepraktisannya, karena metode ini relatif murah, cepat, dan tidak memerlukan peralatan khusus dalam perhitungan total antioksidan. Selain itu, reagen yang digunakan juga sederhana (Maryam *et al.*, 2015). Sejauh mana kelemahan metode FRAP bergantung pada kerangka waktu analisis yang digunakan. FRAP tidak dapat diterapkan pada pengukuran aktivitas antioksidan secara fisiologis dan mekanistik karena ketidakmampuannya mendeteksi antioksidan tiol, termasuk glutathione (Aderiyanti, 2022).

Proses pengujian dilakukan pada lingkungan dengan tingkat keasaman yang rendah (*pH* asam) dengan mengukur tingkat absorpsi pada panjang gelombang 593nm mempergunakan spektrofotometer dengan teknologi diode-array. Metode FRAP (*Ferric Reducing Antioxidant Power*) dianggap efektif untuk mengukur kombinasi efek antioksidan dari molekul biologi selain enzim. Di sisi lain, indeks kapasitas senyawa guna mengurangi dampak merugikan dari oksidasi yang disebabkan oleh radikal bebas dihasilkan melalui pendekatan ini. Pengujian ini umumnya digunakan untuk mengevaluasi kapasitas antioksidan senyawa fenolik dan plasma yang telah diekstraksi dalam metanol atau air (Aderiyanti, 2022).

3.3. Metode CUPRAC. Metode CUPRAC (*Cupric Ion Reducing Antioxidant Capacity*) ialah metode yang dipergunakan untuk menilai kapasitas antioksidan dan aktivitas daun yodium di hadapan radikal bebas. Spektrofotometer UV-Vis digunakan untuk melakukan pengukuran pada panjang gelombang tertentu 450 nm. Reagen Cu(II) -neocuproin (Cu(II)-(Nc)_2) dipergunakan sebagai zat oksidasi kromogenik dalam uji CUPRAC sebab kemampuannya dalam mengukur reduksi ion Cu(II) . Reagen CUPRAC menunjukkan selektivitas karena potensi reduksinya yang rendah.

Metode CUPRAC mempunyai beberapa keunggulan dibanding metode pengukuran antioksidan lainnya. Pertama, reagen CUPRAC dapat dengan cepat mengoksidasi berbagai jenis antioksidan yang ada. Selain itu, pereaksi CUPRAC juga sangat selektif karena memiliki potensial redoks yang lebih rendah. Reagen CUPRAC juga lebih stabil dan lebih mudah diakses dibandingkan dengan reagen kromogenik lainnya seperti ABTS dan DPPH.

Dengan demikian, penggunaan metode CUPRAC dapat memberikan hasil yang akurat dan efisien dalam menghitung kapasitas antioksidan dari daun yodium, serta memiliki keunggulan dalam hal kecepatan, selektivitas, dan stabilitas reagen (Aderiyanti, 2022).

F. Spektrofotometer Uv-Vis

Teknik spektrofotometri UV-VIS digunakan guna mengukur intensitas dan panjang gelombang sinar tampak serta ultraviolet yang diserap suatu zat. Dengan menentukan intensitas dan panjang gelombang sinar ultraviolet serta cahaya tampak yang diserap oleh sampel sehubungan dengan panjang gelombangnya, metode ini beroperasi berdasarkan prinsip dasar. Cahaya tampak dalam rentang panjang gelombang 380-780 nm atau sinar ultraviolet dalam rentang panjang gelombang 180-380 nm digunakan untuk menerangi sampel. Elektron dinaikkan dari keadaan dasar ke keadaan tereksitasi dalam gugus fungsi yang dikenal sebagai kromofor ketika radiasi diserap. Data serapan dari spektrofotometri UV-VIS dinyatakan sebagai transmitansi dan serapan, dan nilai tersebut dapat diinterpretasikan sebagai spektrum UV-VIS dengan menggunakan spektrofotometer (Skoog *et al.*, 2016).

G. Quercetin

Quercetin merupakan senyawa golongan flavono, satu dari enam subklas flavonoid. Quercetin memiliki banyak kegunaan bagi kesehatan tubuh manusia. Secara klinik quercetin telah diteliti dapat menurunkan tekanan darah (Kelly 2011). Quercetin juga merupakan salah satu sumber makanan yang mengandung antioksidan tinggi sehingga dapat digunakan kemopreventif yang poten dan menjadi penghambat kulit pada pertumbuhan sel kanker payudara, usus, paru-paru, dan ovarium (Kakran, 2011).

H. Monografi Bahan

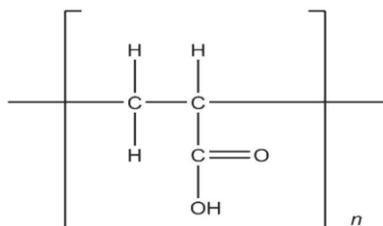
1. Carbopol 940

Carbopol 940 ialah polimer sintetik dengan berat molekul tinggi yang tersusun dari asam akrilat yang diikat silang dengan alil sukrosa atau alil eter dari polipentaeritritol (Rowe *et al.*, 2009). Carbopol 940 merupakan polimer anionik yaitu polimer yang bermuatan negatif. Viskositas paling tinggi terdapat pada Carbopol 940 dengan viskositas

40000-60000 cp pada konsentrasi 0,5% dalam medium air. Proses pendispersi dalam air dapat menghasilkan dispersi koloid asam, dan pada saat netralisasi dapat membentuk gel yang kental. Komponen yang mampu menetralkan Carbopol meliputi asam amino, kalium hidroksida, natrium bikarbonat, natrium hidroksida, serta golongan amina organik seperti triethanolamine (Rowe *et al.*, 2009).

Carbopol 940 bisa dipergunakan sebagai bahan bioadhesif, agen pelepasan terkontrol, zat pengemulsi, zat penstabil, pengubah rheologi, *gelling agent*, dan pengikat. Pada formulasi sediaan farmasi cair atau semi padat sebagai pengubah rheologi seperti sediaan krim, gel, lotion, serta salep yang digunakan untuk preparat mata. Pada sediaan gel carbopol berfungsi sebagai *gelling agent*. Konsentrasi yang dipergunakan sebagai *gelling agent* yakni 0,5-2,0% (Rowe *et al.*, 2009)

Karakteristik dari carbopol antara lain serbuk halus berwarna putih, higroskopik, stabil, bersifat asam dan berbau lemah (Ditjen POM, 1995). Kelarutan dari carbopol 940 dapat mengembang dalam air dan gliserin, sesudah terjadinya netralisasi bisa mengembang pada etanol (95%). Carbopol 940 bisa mengembang sampai tingkat tertentu, sebab pada dasarnya carbopol 940 ialah microgel yang bertaut silang secara 3 dimensi (Rowe *et al.*, 2009).



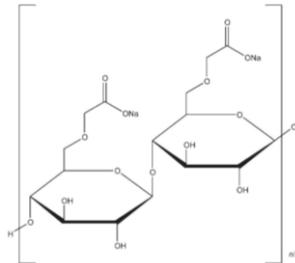
Gambar 6. Struktur kimia Carbopol 940 (Rowe et al., 2009)

2. Na-CMC

Na-CMC (*Natrii Carboxymethylcellulose*) merupakan garam natrium polikarboksimetil eter selulosa. Na-CMC adalah partikel atau butiran higroskopis yang berwarna putih atau kuning gading dan tidak berbau atau hampir tidak berbau setelah dikeringkan. Kelarutan: Na-CMC menunjukkan kelarutan yang tinggi dalam air, sehingga membentuk suspensi koloid. Namun, tidak larut dalam eter, etanol (95%), serta pelarut organik lainnya (Ditjen POM, 1979).

Na-CMC banyak dipergunakan dalam formulasi sediaan oral maupun topikal, terutama sebab sifatnya yang bisa menaikkan

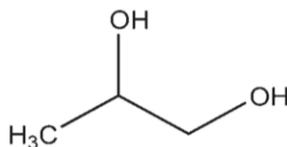
viskositas. Pada pembuatan sediaan gel sebagai *gelling agent* biasanya menggunakan konsentrasi range antara 3-6%. Glikol biasanya ditambahkan pada formulasi tersebut untuk mencegah pengeringan (Rowe *et al.*, 2009).



Gambar 7. Struktur kimia Na-CMC (Rowe et al., 2009)

3. Propylene Glycol

Propylene glycol ialah cairan higroskopis, kental, tidak berwarna, serta tidak berbahaya dengan rasa yang agak manis. Propilen glikol, yang larut dalam eter sebanyak 6 bagian, kompatibel dengan air, etanol (95%), dan kloroform; namun, ia tidak cocok dengan minyak bumi dan hidrokarbon kental (Ditjen POM, 1979). Pada formulasi gel propylene glycol digunakan sebagai humektan yaitu untuk menjaga kelembaban dengan konsentrasi ≈ 15 (Rowe *et al.*, 2009).



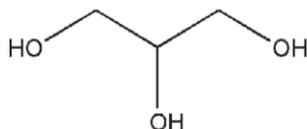
Gambar 8. Struktur Kimia Propylene Glycol (Rowe et al., 2019)

4. Gliserin

Gliserin atau gliserol adalah cairan bening, tidak berwarna, manis, berasa hangat, menyerupai sirup dan bersifat higroskopis. Gliserin dapat mengeras menjadi massa kristal tidak berwarna jika disimpan pada suhu rendah untuk jangka waktu tertentu; massa ini tetap padat sampai suhunya naik hingga sekitar 20°C. Gliserin menunjukkan kemampuan bercampur dengan air dan etanol pada konsentrasi 95%. Namun, hampir tidak larut dalam kloroform, udara, dan minyak (Ditjen POM, 1979).

Gliserin dapat dipergunakan sebagai pengawet, humektan, antibakteri dan pemanis. Gliserin juga bisa dipergunakan sebagai pelarut dalam krim dan emulsi, aditif dalam gel berair dan gel tidak

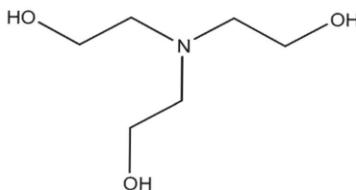
berair. Gliserin ditambahkan pada sediaan topikal dan kosmetik, gliserin khusus dipergunakan sebagai humektan dan emoliennya. Konsentrasi gliserin yang dipergunakan sebagai emollient dalam sediaan yakni $\leq 30\%$. Gliserin mempunyai sifat lembab dan tidak mudah teroksidasi dalam kondisi penyimpanan normal, tapi mudah terurai jika dipanaskan. Gliserin amorf bisa meledak bila dicampur dengan zat pengoksidasi kuat seperti kalium permanganat dan kalium klorat (Rowe *et al.*, 2019).



Gambar 9. Struktur Kimia Gliserin (Rowe *et al.*, 2009)

5. Triethanolamine (TEA)

Triethanolamin ialah cairan kental tidak berwarna hingga kuning pucat, berbau lemah mirip amonia, serta bersifat higroskopik. Kelarutan pada TEA mudah larut dalam air dan dalam etanol (95%), etanol 95%, serta dapat digunakan sebagai zat tambahan (Ditjen POM, 1979). Triethanolamine dapat digunakan sebagai agen alkalizing, agen pengemulsi, dan juga bisa sebagai buffer. Jika TEA bercampur dengan gliserol akan terbentuk sabun anionik dengan pH sekitar 8-10,5 serta bersifat stabil. Triethanolamin terjadi perubahan warna jika terkena udara dan sinar cahaya. Tujuan penambahan triethanolamin untuk meningkatkan pH carbopol menjadi 5-6 sehingga tidak menyebabkan iritasi di kulit (Rowe *et al.*, 2009).



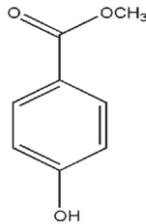
Gambar 10. Struktur Kimia Triethanolamine (Rowe *et al.*, 2009)

6. Nipagin

Nipagin, juga dikenal sebagai *methylparaben*, adalah bubuk kristal halus berwarna putih, hampir tidak berbau, tidak berasa, dan memiliki sisa rasa yang kuat dan agak terbakar. Kelarutannya adalah sebagai berikut: mudah larut dalam 500 bagian air, 20 bagian air mendidih, 3,5 bagian etanol (95%) dan 3 bagian aseton. Ia juga larut

dalam larutan eter dan alkali hidroksida, larut dalam 60 bagian gliserol panas, dan larut dalam 40 bagian minyak lemak nabati panas. Jika larutan didinginkan, larutan akan tetap jernih (Ditjen POM, 1979).

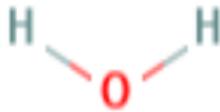
Aktivitas antimikroba Nipagin terjadi pada rentang pH 4-8. Efektivitasnya sebagai pengawet menurun dengan peningkatan pH sebab terbentuknya anion fenolat. Paraben menunjukkan aktivitas yang lebih tinggi terhadap ragi dan jamur daripada bakteri, dengan kecenderungan yang lebih kuat dalam melawan bakteri gram positif dibanding bakteri gram negatif. Penggunaan kombinasi paraben seperti metil, etil, propil, dan butylparaben secara bersamaan dapat meningkatkan aktivitas Nipagin melalui efek sinergis. Untuk meningkatkan aktivitasnya, eksipien seperti propilen glikol (2-5%) juga dapat ditambahkan. (Rowe *et al.*, 2009).



Gambar 11. Struktur Kimia Nipagin (Rowe *et al.*, 2009)

7. Aqua demineralisasi

Aqua demineralisasi atau disebut dengan aqua DM memiliki rumus kimia H₂O yang berasal dari air minum yang diolah dengan penukaran ion yang sesuai. Aqua demineralisasi memiliki ciri berupa cairan bening, tidak berwarna, tidak berbau serta tidak berasa (Ditjen POM, 1979).



Gambar 12. Struktur Kimia Aqua Destillata (Wulandari, 2019)

I. Landasan Teori

Tanaman matoa (*Pometia pinnata*) adalah tanaman yang dikenal mempunyai banyak manfaat dan dapat dipergunakan sebagai obat tradisional (Faustina dan Santoso, 2014). Berlandaskan penelitian yang dijalankan (Kuspradini *et al.*, 2016) daun matoa memiliki kandungan fitokimia yang terdiri atas senyawa alkaloid, flavonoid, saponin, serta tanin yang berfungsi sebagai antioksidan serta

antibakteri. Antioksidan merupakan senyawa yang bisa memperlambat oksidasi radikal bebas. Salah satu mekanisme kerjanya adalah mendonasikan atom hidrogen atau proton pada senyawa radikal bebas. Akibatnya, senyawa radikal mengubah sifatnya dari tidak stabil menjadi lebih stabil (Sayuti dan Yenrina, 2015).

Gel adalah sediaan semi padat terdiri atas suspensi yang dibuat dari partikel anorganik kecil atau molekul organik besar yang terpenetrasi oleh suatu cairan. Sediaan berbentuk gel banyak dipilih karena memiliki banyak keunggulan, seperti daya sebar pada kulit yang baik, pelepasan obat baik, bentuk transparan dan elegan, mudah dicuci dan stabil pada penyimpanan (Anggraeni *et al.*, 2012).

Carbopol 940 ialah jenis polimer sintetik dengan berat molekul tinggi yang tersusun dari asam akrilat yang berikatan silang dengan alil sukrosa atau alil eter dari poli pentaeritritol (Rowe *et al.*, 2009). Carbopol 940 dipilih sebagai *gelling agent* karena memiliki viskositas yang paling baik, stabil serta menghasilkan basis hidrogel yang baik transparan (Voight, 1984). Na-CMC (Natrii Carboxymethylcellulose) merupakan garam natrium polikarboksimetil eter selulosa (Ditjen POM, 1979). Na-CMC dipergunakan pada formulasi sediaan oral maupun topikal karena sifat yang dimilikinya yaitu bisa menaikkan viskositas (Rowe *et al.*, 2009).

Pada penelitian yang telah dilakukan (Martiningsih *et al.*, 2016) mengenai uji aktivitas antioksidan ekstrak etanol daun matoa sebanyak 2% menggunakan metode DPPH didapatkan nilai IC_{50} senilai 45,78 ppm. Dapat disimpulkan pada hasil tersebut bahwa daun matoa mempunyai aktivitas antioksidan sangat kuat, sehingga bisa dipergunakan sebagai salah satu sumber antioksidan alami yang berasal dari tumbuhan. Selain dalam bentuk ekstrak, daun matoa dapat dikembangkan dalam bentuk sediaan kosmetik, salah satunya ialah dalam bentuk gel. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Tahalele dan sutriningsih) formulasi sediaan kosmetik krim dari ekstrak daun matoa dan uji antioksidan menggunakan metode DPPH disimpulkan bahwa ekstrak daun matoa mempunyai aktivitas antioksidan yang kuat, dengan nilai IC_{50} sebesar 54,63 $\mu\text{g/mL}$. Ekstrak daun matoa kemudia dibuat sediaan krim dengan konsentrasi 0,5%, 1%, 1,5% dan 2% yang dilakukan uji stabilitas fisiknya meliputi organoleptik, homogenitas, pH dan viskositas selama 12 minggu pada suhu dingin dan suhu ruang maupun suhu tinggi. Krim ekstrak daun

matoa pada konsentrasi 0,5%, 1%, 1,5%, dan 2% memenuhi syarat kestabilan fisik krim meliputi organoleptik, homogenitas, pH dan viskositas. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Bainunniza, 2022) formulasi sediaan serum dari ekstrak daun matoa sebanyak 1% didaptakan nilai IC_{50} sebanyak 86,33 ppm yang termasuk kategori kuat.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Santoso *et al.*, 2022) tentang pengaruh kombinasi *gelling agent* Carbopol dan Na-CMC terhadap stabilitas fisik FI (1%:4%), FII (1,5%:3,5%), dan FIII (2%:3%). Hasil penelitian menunjukkan FI (1%:4%) memiliki uji mutu fisik yang paling baik dan berdasarkan hasil uji stabilitas fisik, menunjukkan hasil daya lekat yang stabil sedangkan pada pengujian pH, daya sebar dan viskositas menunjukkan adanya perubahan dalam penyimpanan selama 4 minggu. Sedangkan berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Sari dan Saryanti, 2021) optimasi penggunaan karbopol dan Na-CMC pada formula gel ekstrak etanol daun kayu putih FI (0,25%:0,75%), FII (0,5%: 0,5%), FIII (0,75%:0,25%). Hasil penelitian menunjukkan formula optimal dengan perbandingan (0,25%:0,75%) pada FI. Penentuan formula optimal menggunakan metode Simplex Lattice Design (SLD) menggunakan software Design Expert 10 dengan parameter uji pH, viskositas, daya lekat dan daya sebar. Verifikasi formula optimal menggunakan One sample t-test, dan uji stabilitas dilakukan dengan metode *freeze-thaw*.

Metode pengujian yang sering dilakukan untuk mengetahui aktivitas antioksidan adalah DPPH (*1,1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl*). Berdasarkan penelitian yang dilakukan Devi (2016) tentang pengaruh kombinasi *gelling agent* Na-CMC dengan HPMC terdapat perbedaan aktivitas antioksidan antara formula I, II maupun III.

J. Hipotesis

Berdasarkan pembahasan di atas, dapat dibuat hipotesis sebagai berikut:

Pertama, variasi konsentrasi *gelling agent* carbopol 940 serta Na-CMC memberi pengaruh terhadap mutu fisik dan stabilitas gel ekstrak daun matoa.

Kedua, sediaan gel ekstrak daun matoa pada formula tertentu yang mempunyai mutu fisik dan stabilitas, serta aktivitas antioksidan yang paling baik