

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Jati

Tanaman jati yang tumbuh di Indonesia berasal dari India. Tanaman yang mempunyai nama ilmiah *Tectona grandis* Linn. F. secara historis, nama tectona berasal dari bahasa portugis (tekon) yang berarti tumbuhan yang memiliki kualitas tinggi. Di negara asalnya, tanaman jati ini dikenal dengan banyak nama daerah, seperti *ching-jagu* (di wilayah Asam), *saigun* (Bengali), *tekku* (Bombay), dan *kyun* (Burma). Tanaman ini dalam bahasa jerman dikenal dengan nama *teck* atau *teakbun*, sedangkan di Inggris dikenal dengan nama *teak* (Erinda, 2011).

2.1.1 Morfologi Tumbuhan

Secara morfologis, tanaman jati memiliki tinggi yang dapat mencapai sekitar 30-45 m dengan pemangkasan, batang yang bebas cabang dapat mencapai antara 15–20 cm. Diameter batang dapat mencapai 220 cm. Kulit kayu berwarna kecoklatan atau abu-abu yang mudah terkelupas. Pangkal batang berakar papan pendek dan bercabang sekitar 4 (Erinda, 2011). Ukuran besar daun jati bervariasi, daun jati muda memiliki panjang 80 - 100 cm dan lebar 60 - 70 cm. Semakin tua umur jati, ukuran daunnya menjadi lebih kecil dengan panjang sekitar 20 cm dan lebar 15 cm (Mintarso, 2008). Daun muda (*petiola*) berwarna hijau kecoklatan, sedangkan daun tua berwarna hijau tua keabu-abuan. Tanaman jati tergolong tanaman yang menggugurkan daun pada saat musim kemarau, antara bulan November hingga Januari. Setelah gugur, daun

akan tumbuh lagi pada bulan Januari atau Maret. Tumbuhnya daun ini juga secara umum ditentukan oleh kondisi musim (Erinda, 2011).

2.1.2 Sistematika Tumbuhan

Berdasarkan hasil identifikasi sampel daun jati yang dilakukan di Herbarium Medanense, diperoleh klasifikasi tumbuhan sebagai berikut:

Kingdom : *Plantae*

Divisi : *Spermatophyta*

Class : *Dicotylodona*

Ordo : *Solanales*

Famili : *Verbenaceae*

Genus : *Tectona*

Spesies : *Tectona grandis* Linn. F.



Gambar 2.1 Pohon Jati (*Tectona grandis* Linn. F.) (Effendi, 2012)

2.1.3 Kandungan Daun Jati

Daun *Tectona grandis* Linn. F. mengandung quinine, glikosida, senyawa steroid, fenolik asam dan flavonoid, juga dilaporkan mengandung karbohidrat, tanin, saponin, protein, kalsium, fosfor, serat kasar dan juga mengandung pewarna (Rao *et al*, 2011) serta golongan quinon (Effendi, 2012).

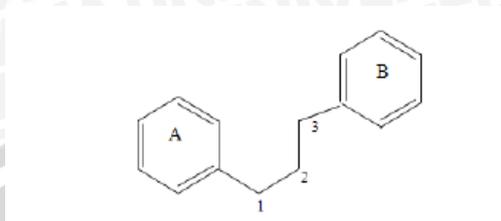


Gambar 2.2 Daun Jati Muda (Asrifah, 2012)

2.1.3.1 Flavonoid

Flavonoid adalah kelompok senyawa polifenol dengan manfaat yang terkenal meliputi penghambat radikal bebas, penghambat enzim hidrolitik dan oksidatif dan aksi anti-inflamasi (Rao *et al*, 2011). Flavonoid merupakan kelompok senyawa fenol terbesar yang terdapat di alam. Senyawa-senyawa ini merupakan zat warna merah, ungu, biru, dan kuning yang ditemukan dalam tumbuh-tumbuhan. Flavonoid memiliki kerangka dasar 15 atom karbon, terdiri dari dua cincin benzena yang dihubungkan oleh rantai linear tiga karbon

dan dapat dinyatakan ke dalam konfigurasi C6-C3-C6 pada Gambar 2.3 (Akbar, 2010).



Gambar 2.3 Struktur umum senyawa flavonoid (Akbar, 2010)

Flavonoid dalam tumbuhan terdapat sebagai campuran, seringkali terdiri atas flavonoid yang berbeda golongan. Penggolongan jenis flavonoid (Tabel 2.1) didasarkan pada sifat kelarutan dan reaksi warna. Flavonoid merupakan senyawa polar karena memiliki sejumlah gugus hidroksil yang tidak tersubstitusi. Pelarut polar seperti etanol, metanol, etilasetat, atau campuran dari pelarut tersebut dapat digunakan untuk mengekstrak flavonoid dari jaringan tumbuhan. Flavonoid mengandung sistem aromatik yang terkonyugasi sehingga menunjukkan pita serapan kuat pada daerah spektrum UV dan spektrum tampak. Pemeriksaan pendahuluan golongan flavonoid dilakukan dengan pereaksi spesifik. Reaksi yang terjadi antara pereaksi spesifik dan suatu golongan flavonoid akan menghasilkan warna tertentu (Akbar, 2010).

Tabel 2.1 Uji kualitatif golongan flavonoid

Pereaksi	Golongan flavonoid	Warna hasil reaksi
CH ₃ COONa	Antosianidin	Merah
FeCl ₃	Antosianidin	Biru
Na ₂ CO ₃	Antosianidin	Ungu, biru, atau hijau
CH ₃ COOPb	Kalkon	Jingga
	Auron	Merah
	Flavon	Jingga hingga krem
NaOH 0.1 N	Kalkon dan auron	Merah hingga ungu
	Flavonol dan flavon	Kuning
H ₂ SO ₄ pekat	Flavonol dan flavon	Kuning
	Flavonol	Jingga hingga krem
	Kalkon	Merah

Terdapat perbedaan kandungan flavonoid dalam daun jati yang masih muda dan yang tua (*mature*), dimana kandungan flavonoid lebih tinggi pada daun jati yang masih muda yaitu 15.07 $\mu\text{g/g}$. Sedangkan dalam daun jati yang sudah tua sebesar 9.2 $\mu\text{g/g}$ (Nayeem dan Karvekar, 2010). Flavonoid diketahui memiliki aktivitas sebagai antijamur, antivirus dan antibakteri.

2.1.3.2 Alkaloid

Alkaloid merupakan kelompok terbesar dari metabolit sekunder yang memiliki atom nitrogen. Sebagian besar atom nitrogen merupakan bagian dari cincin heterosiklik. Alkaloid pada umumnya bersifat basa. Sebagian besar alkaloid mempunyai aktivitas biologis tertentu. Beberapa alkaloid dilaporkan memiliki sifat beracun, tetapi ada pula yang sangat berguna dalam pengobatan (Hartati, 2010).

Sebagian besar senyawa alkaloid bersumber pada tumbuh-tumbuhan. Namun demikian, alkaloid juga dapat ditemui pada bakteri, artopoda, amfibi, burung dan mamalia. Alkaloid dapat ditemui pada berbagai bagian tanaman seperti akar, batang, daun, dan biji. Alkaloid pada tanaman berfungsi sebagai racun yang dapat melindunginya dari serangga dan herbivora, faktor pengatur pertumbuhan, dan senyawa simpanan yang mampu menyuplai nitrogen dan unsur-unsur lain yang diperlukan tanaman. Alkaloid tidak mempunyai tatanan sistematis oleh karena itu, suatu alkaloid dinyatakan dengan nama trivial, misalnya kuinin, morfin dan stiknin. Hampir semua nama trivial ini berakhiran *-in* yang mencirikan alkaloid (Hartati, 2010).

Kebanyakan alkaloid berupa padatan kristal dengan titik lebur yang tertentu atau mempunyai kisaran dekomposisi. Alkaloid dapat juga berbentuk cair, misalnya nikotin dan koniin. Selain itu, kebanyakan alkaloid juga tidak berwarna. Pada umumnya alkaloid hanya larut dalam pelarut organik. Alkaloid umumnya bersifat basa. Kebiasaan pada alkaloid menyebabkan senyawa tersebut mudah mengalami dekomposisi terutama oleh panas dan sinar dengan adanya oksigen. Hasil dekomposisi seringkali berupa N-oksida (Hartati, 2010).

Alkaloid merupakan senyawa turunan asam. Alkaloid mempunyai aktivitas sebagai antibakteri dengan cara, yaitu antara lain melakukan hambatan replikasi DNA bakteri yaitu dengan menghambat aktivasi enzim yang berperan pada proses pengarahan nukleotida pada pita DNA tunggal induk sebagai cetakannya setelah dua pita induk DNA terpisah. Adanya gangguan replikasi DNA menyebabkan gangguan pula pada pembelahan sel. Selain itu, sintesis protein untuk metabolisme bakteri maupun untuk sintesis dinding sel akan terhambat (Naim, 2005).

2.1.3.3 Tanin

Tanin merupakan senyawa organik yang terdiri dari campuran senyawa polifenol kompleks, dibangun dari elemen C, H, dan O serta sering membentuk molekul besar dengan berat molekul lebih besar dari 2000 dan dapat membentuk kompleks dengan protein. Senyawa-senyawa tanin dapat diartikan sebagai suatu senyawa-senyawa alami dengan bobot molekul antara 500 dan 3.000, serta mempunyai sejumlah gugus hidroksi fenolik dan membentuk ikatan silang yang stabil dengan protein dan biopolimer lain, misalnya selulosa dan pectin. Tanin disebut juga asam tanat dan asam galotanat. Tanin dapat tidak berwarna sampai

berwarna kuning atau coklat. Beberapa ahli pangan berpendapat bahwa tanin terdiri dari katekin, leukoantosianin, dan asam hidroksi yang masing-masing dapat menimbulkan warna bila bereaksi dengan ion logam (Tambupolon, 2011).

Tanin memiliki aktivitas antibakteri, secara garis besar mekanisme yang diperkirakan adalah toksisitas tanin dapat merusak membran sel bakteri, senyawa astrigent tanin dapat menginduksi pembentukan kompleks senyawa ikatan terhadap enzim atau substrat mikroba dan pembentukan suatu kompleks ikatan tanin terhadap ion logam yang dapat menambah daya toksisitas tanin itu sendiri (Wahyuningtyas, 2013). Sedangkan menurut Azizah (2004) Almufrodi (2013), tanin diduga dapat mengekstruk dinding sel atau membran sel sehingga mengganggu permeabilitas sel itu sendiri. Akibat terganggunya permeabilitas, sel tidak dapat melakukan aktivitas hidup sehingga pertumbuhannya terlambat atau bahkan mati (Liana, 2010). Tanin juga dapat berfungsi sebagai antioksidan biologis (Tambupolon, 2011).

Menurut Browning (1966) dalam Shut (2002) sifat utama tanin tumbuhan tergantung pada gugusan phenolik-OH yang terkandung dalam tanin, dan sifat tersebut secara garis besar dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Sifat kimia tanin
 - a. Tanin memiliki sifat umum, yaitu memiliki gugus phenol dan bersifat koloid. Karena itu di dalam air bersifat koloid dan asam lemah.
 - b. Semua jenis tanin dapat larut dalam air. Kelarutannya besar, dan akan bertambah besar apabila dilarutkan dalam air panas. Begitu juga tanin akan larut dalam pelarut organik seperti metanol, etanol, aseton dan pelarut organik lainnya

- c. Tanin akan terurai menjadi pyrogallol, pyrocatechol dan phloroglucinol bila dipanaskan sampai suhu 2100F-2150F (98,890C-101,670C)
 - d. Tanin dapat dihidrolisa oleh asam, basa dan enzim
 - e. Ikatan kimia yang terjadi antara tanin-protein atau polimer-polimer lainnya terdiri dari ikatan hidrogen, ikatan ionik dan ikatan kovalen (Shut, 2002).
 - f. Merupakan senyawa kompleks dalam bentuk campuran polifenol yang sukar dipisahkan sehingga sukar mengkristal
 - g. Tanin dapat diidentifikasi dengan kromotografi
 - h. Senyawa fenol dari tanin mempunyai aksi astringensia, antiseptik dan pemberi warna (Tambupolon, 2011).
2. Sifat fisik tanin
- a. Umumnya tanin mempunyai berat molekul tinggi dan cenderung mudah dioksidasi menjadi suatu polimer, sebagian besar tanin bentuknya amorf dan tidak mempunyai titik leleh
 - b. Tanin berwarna putih kekuning-kuningan sampai coklat terang, tergantung dari sumber tanin tersebut
 - c. Tanin berbentuk serbuk atau berlapis-lapis seperti kulit kerang, berbau khas dan mempunyai rasa sepat (*astrigent*)
 - d. Warna tanin akan menjadi gelap apabila terkena cahaya langsung atau dibiarkan di udara terbuka
 - e. Tanin mempunyai sifat atau daya bakterostatik, fungistatik dan merupakan racun (Shut, 2002).
 - f. Jika dicampur dengan alkaloid dan glatin akan terjadi endapan

- g. Mengendapkan protein dari larutannya dan bersenyawa dengan protein tersebut sehingga tidak dipengaruhi oleh enzim proteolitik (Tambupolon, 2011).

2.1.3.4 Kuinon

Kuinon adalah senyawa berwarna dan mempunyai kromofor dasar seperti kromofor pada benzokuinon, yang terdiri atas dua gugus karbonil yang berkonjugasi dengan dua ikatan rangkap karbo-karbon. Untuk tujuan identifikasi kuinon dapat dibagi atas empat kelompok yaitu benzokuinon, naftokuinon, antrakuinon dan kuinon isoprenoid. Tiga kelompok pertama biasanya terhidroksilasi dan bersifat fenol serta mungkin terdapat dalam bentuk gabungan dengan gula sebagai glikosida atau dalam bentuk kuinol (Singarimbun, 2011).

Golongan kuinon yang terdapat dalam daun jati adalah tektokuinon, 2 hidroksimetilantrakuinon, deoksilapakol, dan 3'-OH deoksilapakol. Senyawa golongan kuinon merupakan fraksi terbesar dalam ekstrak daun jati dan memberi pengaruh terbesar terhadap aktifitas antimikroba (bakteri, fungi, dan virus). Untuk mekanisme penghambatan pertumbuhan mikroba senyawa kuinon masih ada kontroversi. Kuinon juga memiliki aktifitas antifungi dan diyakini akibat interaksi kuinon terhadap membran sel dalam membentuk kompleks takterbalikkan. Tak hanya bakteri dan fungi, senyawa golongan kuinon juga efektif dalam menghambat pertumbuhan empat *strain* virus flu, virus polio, dan virus *vesicular stomatitis* (Effendi, 2012).

2.2 Microwave Assisted Extraction

Microwave Assisted Extraction merupakan metode ekstraksi menggunakan *microwave* untuk mengekstrak komponen tertentu. Metode ini banyak diterapkan pada bidang pangan, pertanian, *fragrance*, dan *essential oil*. Beberapa bahan yang dapat diekstrak dengan teknologi *Microwave Assisted Extraction* antara lain bawang putih, ginseng, wijen, *mint*, beras, ginseng, vanili dan jeruk. Ekstraksi menggunakan *microwave* lebih menguntungkan bila dibandingkan dengan ekstraksi dengan metode konvensional (Belanger,1995 dalam Puryani, 2007). Perbandingan metode ekstraksi dengan *microwave* dan ekstraksi metode konvensional dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Perbandingan ekstraksi *microwave* dan metode ekstraksi yang lain (Belanger,1995 dalam Puryani, 2007)

Parameter	Sokhlet	Sonication	Microwave	Supercritical Fluid
Berat sampel *(g)	5-10	5-30	0.5-1	1-10
Pelarut	**	**	Heksan-Etanol	CO ₂
Volume pelarut (ml)	>300	300	10-20	5-25
Volume bejana (ml)	500-1000	500	<100	5-25
Temperatur (°C)	Titik didih	Temperatur ruang	40, 70, 100	50, 200
Tekanan (atm)	Ambient (atm)	Ambient (atm)	1-5	150-650
Konsumsi energi	1	0.05	0.05	0.25
Waktu	16 jam	30 menit	30-45 detik	30-60 menit

*Tergantung pada jenis dan konsentrasi sampel

** Diklorometana, aseton, heksan, toluene dan sikloheksan

Ekstraksi *Microwave Assisted Extraction* sangat cocok digunakan untuk mengekstraksi senyawa yang tidak tahan terhadap cahaya. Gelombang mikro juga mengurangi aktifitas enzimatis yang dapat merusak senyawa yang diekstrak (Salas, 2010). Dalam studi kerusakan sel akibat berbagai metode ekstraksi terhadap tembakau, metode *Microwave Assisted Extraction* menunjukkan tingkat kerusakan sel yang lebih tinggi dibanding metode ekstraksi refluksasi panas (*heat-reflux*) akibat kenaikan suhu dan tekanan dalam sel secara signifikan (Mandal, 2007).

Menurut Paar (2000) dalam Puryani (2007), ekstraksi menggunakan *microwave* dapat menggunakan pelarut tunggal atau campuran dari berbagai macam pelarut. Setiap jenis pelarut mempunyai daya absorpsi terhadap gelombang mikro yang berbeda-beda. Ekstraksi *Microwave Assisted Extraction* juga bisa dilakukan tanpa pelarut dan cocok untuk mengekstraksi minyak volatil dari bahan tanaman segar. Sistem kelenjar dan pembuluh bahan (tanaman) mengandung air yang sangat mampu menyerap energi gelombang mikro. Pemanasan cepat dalam sel bahan akan menyebabkan pemecahan sel secara efektif dan pengeluaran senyawa target ke dalam pelarut dingin (Mandal, 2007).

Gelombang mikro bekerja dengan melewati radiasi gelombang mikro pada molekul air, lemak, maupun gula yang sering terdapat pada bahan makanan. Molekul-molekul ini akan menyerap energi elektromagnetik tersebut. Proses penyerapan energi ini disebut sebagai pemanasan dielektrik. Molekul-molekul pada makanan bersifat dipol elektrik, artinya molekul tersebut memiliki muatan negatif pada satu sisi dan muatan positif pada sisi yang lain. Akibatnya, dengan kehadiran medan elektrik yang berubah-ubah yang diinduksikan melalui gelombang mikro, masing-masing sisi akan berputar untuk saling mensejajarkan

diri satu sama lain. Pergerakan molekul ini akan menciptakan panas seiring dengan timbulnya gesekan antar molekul. Energi panas yang dihasilkan oleh peristiwa inilah yang berfungsi sebagai agen pemanasan (Mandal dkk., 2007 dalam Hartati, 2010).

Pemanasan gelombang mikro melibatkan tiga konversi energi, yaitu konversi energi listrik menjadi energi elektromagnetik, energi elektromagnetik menjadi energi kinetik, dan energi kinetik menjadi energi panas. Poin kunci yang menjadikan energi gelombang mikro menjadi alternatif yang menarik guna menggantikan pemanasan konvensional adalah: pada pemanasan konvensional, pemanasan terjadi melalui gradien suhu, sedangkan pada pemanasan gelombang mikro, pemanasan terjadi melalui interaksi langsung antara material dengan gelombang mikro. Hal tersebut mengakibatkan transfer energi berlangsung lebih cepat, dan berpotensi meningkatkan kualitas produk (Zhang dan Hayward, 2006; Das dkk., 2009 dalam Hartati, 2010).

2.2.1 Faktor-faktor yang Mempengaruhi *Microwave Assisted Extraction*

Microwave Assisted Extraction dipengaruhi oleh:

2.2.1.1 Jenis pelarut

Penggunaan pelarut yang tepat merupakan hal fundamental guna mencapai hasil ekstraksi yang optimal. Pelarut dipilih berdasarkan pada kelarutan senyawa target, interaksi antara pelarut dengan matriks bahan serta kemampuan pelarut dalam menyerap energi gelombang mikro (Brachet dkk., 2002; Mandal dkk., 2007, Kauffman dkk., 2007 dalam Hartati, 2010). Biasanya, konstanta dielektrik pelarut yang lebih tinggi menunjukkan absorpsi *microwave* yang lebih tinggi pula. Air memiliki konstanta dielektrik tertinggi dibandingkan

pelarut pada umumnya. Namun, faktor disipasi secara signifikan lebih rendah dari pelarut lainnya. Jadi, tingkat dimana air menyerap energi gelombang mikro lebih tinggi dari tingkat dimana sistem dapat menghamburkan/menghilangkan panas. Untuk mendapatkan panas maksimum yang disalurkan melalui matriks, yang terbaik adalah memilih pelarut yang memiliki konstanta dielektrik serta faktor disipasi yang tinggi (Jain *et al*, 2009). Ukuran kemampuan pelarut untuk menyerap energi gelombang mikro dan mengubahnya menjadi panas dinyatakan sebagai faktor disipasi ($\tan\delta$). Faktor disipasi dinyatakan dalam persamaan:

$$\tan\delta = \varepsilon'' / \varepsilon'$$

Dimana ε'' adalah dielectric loss yang mengindikasikan efisiensi pelarut dalam mengkonversi energi gelombang mikro menjadi panas dan ε' adalah konstanta dielektrik yang merupakan ukuran kemampuan pelarut untuk menyerap energi gelombang mikro (Mandal dkk., 2007 dalam Hartati, 2010). Nilai konstanta dielektrik dan faktor dielektrik loss beberapa pelarut disajikan pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Nilai konstanta dielektrik dan faktor dielektrik loss beberapa pelarut

(Jain *et al*, 2009)

Pelarut	Konstanta dielektrik (ε')	Faktor Dielektrik loss ($\tan\delta$)
Aseton	20,7	11,5
Etanol	7	1,6
Heksan	1,88	0,00019
Metanol	23,9	15,2
Air	80	12
Ethyl acetate	6,02	3,2

Tabel 2.3 menunjukkan bahwa kemampuan etanol dan metanol dalam menyerap energi gelombang mikro adalah lebih rendah daripada air karena nilai konstanta dielektriknya yang lebih rendah. Sementara itu, heksan dan pelarut lain yang

kurang polar hanya akan melewatkan gelombang mikro sehingga tidak akan menghasilkan panas (Hartati, 2010).

2.2.1.2 Volume pelarut

Tidak hanya jenis pelarut, volume pelarut juga faktor kritis. Prinsip utamanya adalah volume pelarut harus mencukupi untuk memastikan bahwa bahan telah tercelup seluruhnya ke dalam pelarut selama proses iradiasi. Penelitian-penelitian sebelumnya melaporkan bahwa jumlah bahan dan volume pelarut yang dipakai dalam ekstraksi metode *Microwave Assisted Extraction* berkisar antara miligram dan mililiter (dalam skala laboratorium) dengan aplikasi rasio optimum 10:1 (ml/mg) hingga 20:1 (ml/mg) (Mandal, 2007).

Volume pelarut merupakan faktor yang mempengaruhi *Microwave Assisted Extraction*. Secara umum, volume pelarut harus cukup guna meyakinkan bahwa bahan yang akan diekstrak terendam seluruhnya didalam pelarut. Volume pelarut yang lebih banyak dapat meningkatkan perolehan ekstrak dalam ekstraksi konvensional, namun tidak demikian dalam *Microwave Assisted Extraction*, volume pelarut yang lebih banyak dapat menghasilkan rendemen yang lebih rendah (Mandal dkk., 2007; Kaufmann dkk., 2007; Mandal dkk., 2009 dalam Hartati, 2010).

2.2.1.3 Waktu ekstraksi

Hal lain yang perlu diperhatikan adalah efisiensi pemanasan pelarut oleh gelombang mikro karena akan mempengaruhi tingkat evaporasi pelarut (Mandal, 2007). Umumnya, dengan meningkatnya waktu ekstraksi, jumlah senyawa target dan rendemen meningkat, walaupun terdapat resiko terjadinya degradasi

senyawa target itu sendiri. Seringkali, 15-20 menit merupakan waktu yang cukup untuk melakukan ekstraksi *Microwave Assisted Extraction*. Akan tetapi, waktu ekstraksi sangat tergantung pada bahan yang diekstrak. Waktu iradiasi dipengaruhi juga oleh nilai dielektrik pelarut. Pelarut seperti air, etanol, dan metanol yang dipanaskan dengan waktu pemaparan yang lama akan memberi resiko pada senyawa yang tidak tahan pada panas (Mandal, 2007).

Secara umum, dengan semakin meningkatnya waktu ekstraksi, maka jumlah analit terekstrak akan semakin tinggi. Namun bila dibandingkan dengan metode yang lain, ekstraksi dengan pemanasan gelombang mikro membutuhkan waktu yang jauh lebih singkat. Bahkan pada ekstraksi pektin dari apel hanya membutuhkan waktu 40 detik untuk memperoleh hasil ekstraksi yang optimum (Wang dkk., 2007 dalam Hartati, 2010).

2.2.1.4. Daya

Daya mikrowave dan waktu merupakan dua faktor yang saling mempengaruhi. Kombinasi daya yang rendah dan waktu ekstraksi yang panjang merupakan pilihan yang bijak mengingat kombinasi tersebut dapat menghindari terjadinya degradasi termal produk. Secara umum, efisiensi ekstraksi dengan waktu ekstraksi yang singkat akan meningkat seiring dengan meningkatnya daya mikrowave dari 30-150 W (Shu dan Ko, 2003 dalam Hartati, 2010). Namun demikian pada daya yang lebih tinggi (400-1200W), variasi daya tidak memberikan pengaruh yang nyata pada rendemen ekstraksi (Gao dkk., 2006 dalam hartati, 2010).

Daya tinggi pada pola ekstraksi yang sama akan menurunkan kemurnian ekstrak. Ketika suhu tinggi dan daya dijaga tetap tinggi, dinding sel akan cepat

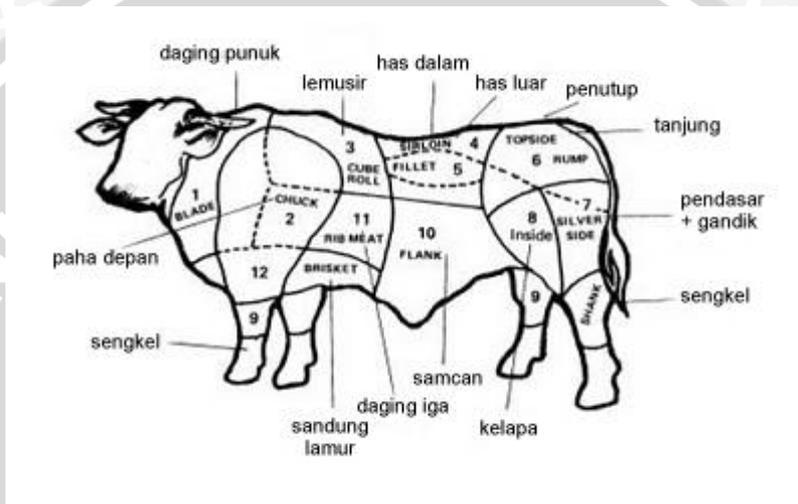
pecah, akibatnya selain senyawa target, senyawa yang tidak diinginkan ikut terbawa ke dalam pelarut. Sedangkan, pada daya rendah dinding sel pecah secara bertahap sehingga pelarut dapat selektif terhadap senyawa target. Daya harus dipilih secara tepat untuk menghindari suhu berlebih, yang dapat menyebabkan degradasi senyawa target dan kelebihan tekanan dalam proses ekstraksi (Mandal, 2007).

2.3 Daging Sapi

Daging sapi menurut Standar Nasional Indonesia 01-3947-1995 adalah urat daging yang melekat pada kerangka sapi, kecuali urat daging dari bagian bibir, hidung dan telinga yang berasal dari sapi sehat pada waktu dipotong (Savitri, 2009). Secara fisik ciri-ciri daging sapi yang masih segar adalah berwarna merah terang/cerah, mengkilap dan tidak pucat. Daging elastis, sedikit kaku dan tidak lembek. Jika dipegang masih terasa basah dan tidak lengket di tangan. Dari segi aroma, daging sapi sangat khas (gurih) (Usmiati, 2010 dalam Nurwantoro *et al*, 2012). Kualitas daging dipengaruhi oleh faktor sebelum dan setelah pemotongan. Faktor sebelum pemotongan antara lain genetik (spesies, bangsa, tipe ternak, jenis kelamin), umur, dan pakan. Faktor setelah pemotongan antara lain metode pelayuan, metode pemasakan, dan bahan tambahan seperti bahan pengempuk daging (Suryaningsih, 2008).

Penjualan daging di Indonesia pada umumnya baru dibedakan antara lain daging has dalam (*fillet*), has luar (*sirloin*), paha belakang dan lamusir (*cube roll*) (Suryaningsih, 2008). Daging sapi menurut kelas yang ditetapkan Departemen Perdagangan Indonesia berdasarkan Standar Perdagangan (SP)-155-1982 adalah Golongan (kelas) I, meliputi bagian daging has dalam (*fillet*), tanjung

(*rump*), has luar (*sirloin*), lamusir (*cube roll*) dan paha belakang. Golongan (kelas) II, meliputi bagian daging paha depan, daging iga (*ribmeat*), dan punuk (*blade*), golongan III, meliputi daging lainnya yang tidak termasuk golongan I dan II, antara lain samcan (*flank*), sandung lamur (*brisket*) dan daging bagian-bagian lainnya (Suryaningsih, 2008).



Gambar 2.4 Pemetaan Bagian Daging Sapi

Tabel 2.4 Bagian Daging Sapi dan Masakan yang Sesuai (Balai Informasi Pertanian, 1983)

No.	Jenis Daging	Sesuai Untuk Masakan
1.	Daging punuk (<i>blade</i>)	Empal, semur, sop, kari, abon dan rending
2.	Daging paha depan (<i>chuck</i>)	Empal, semur, sop, kari, abon dan rending
3.	Daging lemusir (<i>cube roll</i>)	Bistik, sate, rendang, empal, sukiyaki
4.	Has luar (<i>sirloin</i>)	Bistik, roll
5.	Has dalam (<i>tenderloin</i>)	Grill, steak, sate, sukiyaki
6.	Penutup + tanjung (<i>Top side + Rump</i>)	Bistik, empal, rendang, dendeng, baso, abon
7.	Pendasar + Gandik (<i>Silver Side</i>)	Bistik, empal, rendang, dendeng, baso, abon
8.	Daging kelapa (<i>Inside</i>)	Cornet, sate, daging giling, sop, rawon
9.	Sengkel (<i>Shank</i>)	Semur, sop, rawon, empal
10.	Samcan (<i>Flank</i>)	Cornet, sate, daging giling, sop, rawon
11.	Daging iga (<i>Rib meat</i>)	Cornet, roll, rawon, sop, roast
12.	Sandung lamur	Cornet, roll, rawon, sop, roast

Menurut SNI 3932:2008, daging sapi bagian has dalam (*Tenderloin*) diperoleh dengan pemotongan yang mengikuti lengkung pada tulang pelvis, selanjutnya dipisahkan dari tulang ilium dengan cara menarik otot tersebut. Lapisan lemak pada bagian atas dan bawah dibersihkan. Bagian lemak di antara *musculus illiacus* dan *musculus psoas major* dipertahankan (BSNI, 2008). Dalam penelitian Pramono (2001), dihasilkan bahwa daging has dalam merupakan bagian daging yang paling banyak diminati dan dikonsumsi oleh konsumen sebanyak 45% karena bagian daging ini dinilai lebih bersih, empuk tetapi padat dan tidak terlalu berlemak. Selain itu bagian daging ini lebih mudah untuk diolah menjadi berbagai jenis masakan karena teksturnya lembut. Daging has dalam umumnya digunakan untuk steak berkualitas tinggi, dipanggang dalam oven dengan arang. Ataupun digoreng biasa untuk berbagai jenis masakan yang membutuhkan sajian daging istimewa (Pramono, 2001). Menurut Dwiloka (2002), daging has dalam menduduki daging kualitas nomor dua dengan jenis olahan seperti empal, sate, rendang, sukiyaki dan grill steak.



Gambar 2.5 Daging Sapi Bagian Has Dalam

Tabel 2.5 Hasil Olahan Daging Sapi Berdasarkan Peta Kualitas (Dwiloka, 2002)

Daging kualitas	Macam daging	Jenis olahan
Kualitas I	Has luar	Beef steak, roll
Kualitas II	Has dalam	Empal, sate, rendang, sukiyaki, grill, steak
Kualitas III	Penutup	Empal, dendeng, rendang, beef steak, kari, abon, bakso
Kualitas IV	a) pendasar, gandik b) kepala	a) empal, bistik, abon, rendang, dendeng b) sate, daging giling, sop, cornet beef
Kualitas V	Lamusir depan	Beef steak, sukiyaki, sate, rendang, empal
Kualitas VI	Paha depan	Empal, sop, kari, abon, semur
Kualitas VII	Daging punuk	Empal, sop, kari, abon, semur
Kualitas VIII	Sengkel	Semur, sop, rawon
Kualitas IX	a) daging iga b) sandung lamur	a) sop, cornet beef, rawon, roll roast b) sop, cornet beef
Kualitas X	Samcan	Sate, daging giling, sop, cornet beef

Menurut Rokhim (2009), daging sapi merupakan bahan pangan bermutu tinggi, karena dapat mensuplai kira-kira setengah dari kebutuhan manusia akan protein, 60% dari vitamin B12, 30% dari seng, 20% dari besi dan 20% dari niasin (Rokhim, 2009). Komposisi daging sapi terdiri atas 75% air, 18% protein, 3,5% lemak dan 3,5% zat-zat non protein yang dapat larut (Rahadi, 2011). Daging sapi merupakan salah satu sumber protein hewani yang paling disukai oleh konsumen (Rahadi, 2011) dan memiliki daya cerna yang lebih mudah dibandingkan protein nabati (Ramadina, 2011).

2.3.1 Protein Daging

Protein adalah substansi organik dan mirip lemak maupun karbohidrat dalam hal kandungan unsur-unsur karbon, hidrogen serta mengandung belerang dan fosfor, namun protein lebih bervariasi dan lebih kompleks strukturnya

dibanding lemak atau karbohidrat (Rokhim, 2009). Struktur protein dapat disusun oleh sekitar 100-2.000 unit asam amino. Berat molekul protein dapat mencapai sekitar 5.500 hingga 220.000 Dalton (Septianita, 2011). Komposisi dasar dari protein sekitar 55% karbon, 7% hidrogen, 23% oksigen, 16% nitrogen, 1% sulfur dan kurang dari 1% fosfor (Marbun, 2011). Berdasarkan asalnya protein dapat dibedakan dalam tiga kelompok yaitu protein miofibril 9,5%, protein sarkoplasma 6% dan protein jaringan ikat (stroma) 3% (Rokhim, 2009).

2.3.1.1 Protein Miofibril

Protein miofibril merupakan bagian terbesar dalam jaringan daging dan merupakan jenis protein yang larut dalam garam (salt soluble protein). Protein miofibril terdiri atas aktin dan miosin, serta sejumlah kecil troponin dan aktin. Penyusun utama protein miofibril adalah aktin (hampir 20% dari total miofibril) dan miosin (sebesar 50-60% dari total protein miofibril). Gabungan aktin dan miosin membentuk aktomiosin. Miosin merupakan protein esensial yang dapat meningkatkan elastisitas gel protein. Protein miofibril berfungsi untuk kontraksi otot. Protein ini dapat diekstrak dengan larutan garam netral yang berkekuatan ion sedang ($>0,5M$). protein miofibril akan mengalami denaturasi dengan pH $<6,5$ yang berdampak pada kemampuan pembentukan gel. Struktur sel meliputi miofibril dan sarkoplasma (Cakti, 2009).

2.3.1.2 Protein Sarkoplasma

Protein sarkoplasma merupakan protein terbesar kedua di dalam protein daging, memiliki sifat larut air dan secara umum ditemukan dalam plasma sel (Cakti, 2009). Protein sarkoplasma umumnya dapat diekstrak oleh air dan larut

garam encer (Freiner, 2006). Protein sarkoplasma tidak berperan dalam pembentukan gel dan kemungkinan mengganggu proses pembentukan gel. Sarkoplasma memiliki bobot molekul yang relatif rendah, pH isoelektrik tinggi dan struktur berbentuk bulat. Karakteristik fisik ini mungkin yang bertanggung jawab untuk daya larut sarkoplasma yang tinggi dalam air (Cakti, 2009). Protein sarkoplasma mengandung berbagai jenis protein larut dalam air disebut miogen yang terdiri dari albumin, mioalbumin dan mioprotein. Albumin dan globulin merupakan protein sarkoplasma yang utama, yaitu sekitar 90% dari total protein sarkoplasma. Albumin merupakan protein larut air, sedangkan globulin dapat larut dalam larutan garam encer dan tidak larut dalam air (Freiner, 2006)

Myoglobin dan haemoglobin merupakan pigmen yang memberikan warna pada daging terdiri dari protein-protein globulin yang sangat penting. Myoglobin terdiri atas protein globulin dan zat besi dengan kandungan sekitar 3-5% dari total besi tubuh. Warna merupakan salah satu tolok ukur utama yang digunakan oleh konsumen untuk menilai kualitas daging. Warna daging yang masih segar dihasilkan oleh pigmen yaitu myoglobin yang merupakan pigmen utama pada daging segar, dan haemoglobin yang terdapat dalam jumlah kecil pada daging segar. Pada daging segar, myoglobin dapat ditemukan beberapa bentuk seperti :

- Purple-red deoxymyoglobin (Mb)
- Bright-red oxymyoglobin (MbO₂)
- Brown metmyoglobin (MetMb) (Freiner, 2006)

Daging yang masih segar dan masih terbungkus atau terlindung dalam lemak melapisi karkas dan belum terkontak dengan udara (oksigen) kaya akan pigmen myoglobin atau deoxymyoglobin (Mb) yang berwarna merah keunguan. Ketika daging terpapar udara, maka akan terjadi *blooming*, dimana myoglobin

akan mengalami oksidasi menjadi oxymyoglobin (MbO₂), yang berwarna merah cerah. Warna ini lebih dapat diterima dan disukai oleh konsumen. Suhu dapat mengakselerasi terjadinya *blooming*. Namun, peningkatan suhu cenderung akan menurunkan ketebalan dari lapisan oxymyoglobin (Freiner, 2006).

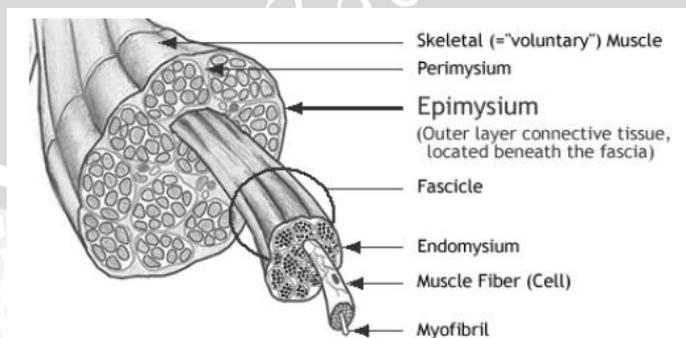
Selain suhu, tekanan parsial oksigen juga berpengaruh pada pembentukan oxymyoglobin. Meningkatnya tekanan parsial oksigen akan menyebabkan meningkatnya pembentukan oxymyoglobin. Semakin lama daging terpapar dengan oksigen, maka tekanan oksigen (*oxygen tension*) akan semakin menurun dan semakin besar oksigen akan teroksidasi, sehingga pigmen oxymyoglobin akan berubah menjadi metmyoglobin yang berwarna kecoklatan. Warna ini biasanya tidak disukai oleh konsumen. Penurunan tekanan parsial oksigen akan mengakibatkan proses pembentukan metmyoglobin. Warna merah cerah daging yang diinginkan semakin hilang (Freiner, 2006).

Jenis perubahan warna yang lain adalah akibat terjadinya dehidrasi. Dengan terjadinya dehidrasi kadar pigmen pada permukaan daging meningkat sehingga warnanya sekarang menjadi coklat kemerah-merahan. Cahaya juga dapat menyebabkan terjadinya perubahan warna (Masykuri, 2003 dalam Puryani 2007). Djenane *et al* (2003) dalam Velasco (2011) melaporkan bahwa salah satu cara untuk mengurangi pembentukan metmyoglobin dan mempertahankan warna merah cerah adalah dengan menyemprot daging sapi dengan *rosemary* dan asam askorbat. Salah satu kandungan *rosemary* adalah flavonoid yang juga terkandung pada daun jati *Tectona grandis* Linn. F.

2.3.1.3 Protein Stroma

Protein stroma adalah protein yang membentuk jaringan ikat. Protein jaringan ikat merupakan fraksi protein yang tidak larut, terdiri atas protein kolagen, elastin, dan retikulin (Rokhim, 2009). Protein stroma tidak dapat diekstrak dengan larutan asam, alkali atau larutan garam netram pada konsentrasi (0,01-0,10) M. Protein stroma terdapat pada bagian luar sel otot (Cakti, 2009). Fungsi jaringan ikat antara lain adalah sebagai penghubung daging dengan tulang, misalnya tendon. Sebagai penghubung tulang dengan tulang, misalnya ligamen. Sebagai pembungkus komponen-komponen fisik dari jaringan otot, misalnya epimisium, perimisium dan endomisium (Nurrhami, 2008).

Keseluruhan otot biasanya dikelilingi oleh sarung jaringan ikat tebal yang disebut epimisium. Perimisium ini membagi otot dalam kelompok serat yang disebut bundel atau fasikuli. Ukuran fasikuli menunjukkan tekstur visual potongan daging serabut otot. Otot dengan pergerakan bagus memiliki fasikuli yang kecil dan tekstur yang baik, sedangkan otot dengan aktivitas tinggi memiliki fasikuli yang besar sehingga teksturnya kasar. Endomisium merupakan lapisan tipis jaringan ikat yang mengelilingi serabut otot, pembuluh darah yang besar dan urat saraf (Warris, 2000 dalam Nurrhami, 2008).



Gambar 2.6 Struktur Otot Rangka (Nurrhami, 2008)