2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pangan di Indonesia

Pangan adalah kebutuhan yang paling mendasar dari suatu bangsa. Banyak contoh negara dengan sumber ekonomi cukup memadai tetapi mengalami kehancuran karena tidak mampu memenuhi kebutuhan pangan bagi penduduknya. Sejarah juga menunjukkan bahwa strategi pangan banyak digunakan untuk menguasai pertahanan musuh. Dengan adanya ketergantungan pangan, suatu bangsa akan sulit lepas dari cengkraman penjajah/musuh. Dengan demikian upaya untuk mencapai kemandirian dalam memenuhi kebutuhan pangan nasional bukan hanya dipandang dari sisi untung rugi ekonomi saja tetapi harus disadari sebagai bagian yang mendasar bagi ketahanan nasional yang harus dilindungi (Hutapea, 2004).

Jumlah penduduk Indonesia saat ini mencapai 216 juta jiwa dengan angka pertumbuhan 1.7 % per tahun. Angka tersebut mengindikasikan besarnya bahan pangan yang harus tersedia. Kebutuhan yang besar jika tidak diimbangi peningkatan produksi pangan justru menghadapi masalah *bahaya latent* yaitu laju peningkatan produksi di dalam negeri yang terus menurun. Sudah pasti jika tidak ada upaya untuk meningkatkan produksi pangan akan menimbulkan masalah antara kebutuhan dan ketersediaan dengan kesenjangan semakin melebar.

Pemenuhan kebutuhan pangan bagi penduduk di seluruh wilayah pada setiap saat sesuai dengan pola makan dan keinginan bukanlah pekerjaan yang mudah karena pada saat ini fakta menunjukkan bahwa pangan pokok penduduk Indonesia bertumpu pada satu sumber karbohidrat yang dapat melemahkan ketahanan pangan dan menghadapi kesulitan dalam pengadaannya. Masalah

pangan dalam negeri tidak lepas dari beras dan terigu yang ternyata lebih adoptif daripada pangan domestik seperti gaplek, beras jagung, sagu atau ubi jalar, meskipun di beberapa daerah penduduk masih mengkonsumsi pangan tradisional tersebut (Widowati, *et al*., 2003).

Berdasar data pengamatan World Bank (2005), pertumbuhan produksi pangan nasional rata-rata negatif dan cenderung menurun, sedangkan laju pertumbuhan penduduk selalu positif yang berarti kebutuhan terus meningkat. Keragaan total produksi dan kebutuhan nasional dari tahun ke tahun pada ketiga komoditas pangan utama di atas menunjukkan kesenjangan yang terus melebar; khusus pada kedelai sangat memprihatinkan. Kesenjangan yang terus meningkat ini jika terus di biarkan konsekwensinya adalah peningkatan jumlah impor bahan pangan yang semakin besar, dan kita semakin tergantung pada negara asing.

Impor beras yang meningkat pesat terjadi pada tahun 1996 dan puncaknya pada tahun 1998 yang mencapai 5,8 juta ton. Kondisi ini mewarnai krisis ekonomi yang terjadi pada tahun 1997 dimana produksi beras nasional turun yang antara lain karena kekeringan panjang. Pada komoditi jagung meskipun pada tahun 1996 terjadi penurunan produksi, namun pada tahun 1998 justru terjadi surplus (ekspor) meskipun hanya kecil. Hal ini diduga karena banyak masyarakat yang memanfaatkan lahan tidur untuk komoditas jagung. Namun pada tahun-tahun berikutnya sampai saat ini produksi jagung cenderung turun dan impor semakin besar (lebih dari 2 juta ton/tahun).

Produksi kedelai nasional tampak mengalami kemunduran yang sangat memprihatinkan. Sejak tahun 2000, kondisi tersebut semakin parah, dimana impor kedelai semakin besar. Hal ini terjadi antara lain karena membanjirnya Impor akibat fasilitas GSM 102, kredit Impor dan “Triple C” dari negara importir yang

dimanfaatkan sebesar-besarnya oleh importir kedelai Indonesia, disisi lain produktivitas kedelai nasional yang rendah dan biaya produksi semakin tinggi di dalam negeri. Akibat kebijakan di atas harga kedelai impor semakin rendah sehingga petani kedelai semakin terpuruk dan enggan untuk menanam kedelai. Dampaknya pada harga kedelai petani tidak bisa bersaing dengan membanjirnya kedelai Impor dan petani kedelai tidak terlindungi.

Melihat kenyataan tersebut seakan kita tidak percaya sebagai negara agraris yang mengandalkan pertanian sebagai tumpuan kehidupan bagi sebagian besar penduduknya tetapi pengimpor pangan yang cukup besar. Hal ini akan menjadi hambatan dalam pembangunan dan menjadi tantangan yang lebih besar dalam mewujudkan kemandirian pangan bagi bangsa Indonesia. Oleh karena itu diperlukan langkah kerja yang serius untuk mengoptimalkan sumber daya yang ada dalam rangka memenuhi kebutuhan pangan dalam negeri.

Indonesia memiliki sumber daya yang cukup untuk menjamin ketahanan pangan bagi penduduknya. Indikator ketahanan pangan juga menggambarkan kondisi yang cukup baik. Akan tetapi masih banyak penduduk Indonesia yang belum mendapatkan kebutuhan pangan yang mencukupi. Sekitar tiga puluh persen rumah tangga mengatakan bahwa konsumsi mereka masih berada dibawah kebutuhan konsumsi yang semestinya. Lebih dari seperempat anak usia dibawah 5 tahun memiliki berat badan dibawah standar, dimana 8 % berada dalam kondisi sangat buruk. Bahkan sebelum krisis, sekitar 42% anak dibawah umur 5 tahun Mengalami gejala terhambatnya pertumbuhan (kerdil); suatu indikator jangka panjang yang cukup baik untuk mengukur kekurangan gizi. Gizi yang buruk dapat menghambat pertumbuhan anak secara normal, membahayakan kesehatan ibu dan mengurangi produktivitas angkatan kerja. Ini juga mengurangi daya tahan tubuh terhadap

penyakit pada penduduk yang berada pada kondisi kesehatan yang buruk dan dalam kemiskinan.

Ketahanan Pangan (*food security*) adalah paradoks dan lebih merupakan penemuan dunia modern. Secara prosentase, lebih banyak produsen pangan di masa lalu ketimbang masa kini; tetapi dunia hari ini lebih aman pangan ketimbang masa lalu. Paradoks ini bisa terlihat jelas di banyak negara maju, salah satunya adalah Ingggris Raya. Prosentase populasi pertanian di UK tahun 1950 adalah 6 % dan terus menurun secara drastis hingga 2 % di tahun 2000, dan berdasarkan prediksi FAO (*Food and Agriculture Organisation*), jumlah populasi pertanian di Inggris akan terus turun menjadi 1% di tahun 2010. Sederhananya, sekitar 896,000 petani akan memberi makan sedikitnya 60 juta penduduk.

Indonesia saat ini memiliki 90 juta petani (seratus kali dari Inggris) atau sekitar 45% penduduk “memberi makan” seluruh pendududuk (sekitar 230 juta orang). Tetapi fakta-fakta dari Nusa Tenggara Barat (yang kerap dikenal sebagai daerah lumbung padi) serta daerah semi arid seperti Nusa Tenggara Timur di semester pertama tahun 2005, justru menghadapi ketahanan pangan yang rapuh, terbukti dengan tingginya tingkat kekurangan pangan dan gizi buruk.

Indonesia secara umum tidak memiliki masalah terhadap ketersediaan pangan. Indonesia memproduksi sekitar 31 juta ton beras setiap tahunnya dan mengkonsumsi sedikit diatas tingkat produksi tersebut; dimana impor umumnya kurang dari 7% konsumsi. Lebih jauh jaringan distribusi swasta yang berjalan secara effisien turut memperkuat ketahanan pangan di seluruh Indonesia.

Tingginya ketergantungan pada beras di daerah seperti Timor, Maluku, Papua, dan Kalimantan telah terjadi sejak jaman kolonial memberlakukan perdagangan antar pulau di Nusantara. Karenanya menuduh Soharto sebagai biang

politisasi beras dan penyebab diskriminasi pangan lokal adalah tuduhan yang tidak sepenuhnya benar. Hal ini karena politisasi beras masa Suharto dibangun pada pola yang sudah terbawa sejak masa kolonial (Reid 1984).

Kebijakan harga beras yang tinggi juga memiliki keterbatasan untuk meningkatkan pendapatan masyarakat pedesaan: Bagi produsen beras yang produksinya lebih tinggi dari konsumsi, dukungan melalui sejumlah kebijakan proteksi akan memberikan peningkatan pendapatan dalam waktu seketika; namun tidak mendorong pertumbuhan pendapatan yang berkelanjutan, ketika produktivitas pertanian beras domestik telah mencapai titik yang cukup tinggi. Akan lebih baik bagi Departemen Pertanian untuk memusatkan perhatian pada peningkatan produktivitas di sejumlah produk-produk pertanian secara lebih luas. Sebagaimana kita ketahui, konsumsi pangan disetiap kelompok pengeluaran rumah tangga telah bergerak menuju pangan dengan kualitas yang lebih baik. Dengan pertumbuhan seperti sekarang ini, konsumsi rumah tangga pada buah-buahan dan sayur-sayuran kecenderungannya akan melebihi nilai konsumsi beras dalam dekade ini. Kebijakan pertanian saat ini terlalu berkonsentrasi pada pemenuhan beras, dimana nilainya cenderung rendah dan termasuk komoditas yang murah di pasaran internasional. Hal ini telah memaksa petani untuk menanam komoditas yang bernilai rendah serta menghambat upaya mereka untuk berpindah pada produksi buah-buahan, hortikultura dan perternakan yang bernilai tinggi. Di saat bersamaan pertumbuhan permintaan domestic terhadap produk-produk ini semakin meningkat. Kebijakan pertanian harus bergerak secara agresif menuju suatu penelitian dan agenda pengembangan yang menaruh perhatian pada komoditas bernilai tinggi dan produk-produk yang permintaannya tumbuh tinggi. Kebijakan tersebut juga dapat diusahakan untuk membantu produsen kecil dalam memenuhi standar kualitas pada

pasar-pasar yang sedang terbentuk, serta untuk memperoleh akses pada rantai pasokan pangan yang saat ini banyak dilayani oleh jaringan s*upermarket*.

Dari paparan masalah pangan yang ada, seharusnya perlu pemikiran untuk mengkaji informasi sumber bahan pangan baru atau setidaknya bahan pangan pengganti. Dengan sumberdaya mangrove yang melimpah di setiap wilayah pesisir dan hingga kini belum termanfaatkan secara optimal, diharapkan ekosistem ini mampu mendukung ketahanan pangan nasional. Hutan mangrove sampai dengan saat ini masih lebih banyak dimanfaatkan sebagai penghasil kayu untuk kebutuhan bahan baku chip, memenuhi kebutuhan bahan baku arang, tiang pancang dan sebagainya. Selain itu lahan dari hutan mangrove saat ini telah banyak dikonversi baik untuk kebutuhan lahan budidaya (tambak, sawah), perumahan, pelabuhan maupun industri. Hal ini bisa terjadi karena kurangnya pemahaman dari masyarakat maupun pihak pengembang serta pemegang kebijakan tentang fungsi lain dari hutan mangrove. Salah satu fungsi hutan mangrove yang masih sangat sedikit sekali diketahui oleh masyarakat umum adalah sumberdaya tanaman mangrove sebagai salah satu bahan baku makanan alternatif (Anonymous, 2009[a]).

Salah satu alternatif yang dapat digunakan dalam mengatasi krisis pangan adalah melalui diversifikasi pangan dengan memanfaatkan hasil hutan mangrove seperti jenis *Burguiera gymnorrizha* yang buahnya dapat diolah menjadi kue. Selain itu, penduduk yang tinggal di daerah pesisir pantai atau sekitar hutan mangrove seperti di Muara Angke Jakarta dan Teluk Balik Papan secara tradisional pun ternyata telah mengkonsumsi beberapa jenis buah mangrove sebagai sayuran, seperti *Rhizopora mucronata*, *Acrosticum aerum* (karakas) dan *Sesbanina grandiflora* (turi). *Burguiera gymnorrizha* atau biasa disebut lindur dikonsumsi dengan cara mencampurkannya dengan nasi, sedangkan buah *Avicennia alba* (api-

api) dapat diolah menjadi keripik. Buah *Sonneratia alba* (pedada) diolah menjadi sirup dan permen (Haryono, 2004). Begitu pula di sebagian wilayah Timor barat, Flores, Sumba, Sabu dan Alor, masyarakat menggunakan buah mangrove dan kacang hutan sebagai pangan lokal pada waktu tertentu. Akan tetapi, pemanfaatan hasil hutan mangrove tersebut hanya berlangsung di sebagian kecil wilayah Indonesia. Hal tersebut disebabkan oleh beberapa faktor seperti kurangnya pengetahuan dari masyarakat mengenai manfaat dari buah mangrove, adanya pola pikir (*mindset*) masyarakat yang menganggap bahwa satu-satunya sumber karbohidrat hanya ada pada beras serta belum banyak pengtahuan tentang potensi dan manfaat mangrove sebagi sumber pangan.

Salah satu bentuk diversifikasi pangan yang dihasilkan dari mangrove ialah tepung yang nantinya diharapkan mampu meminimalaisir penggunaan tepung terigu. Disamping bernilai gizi yang lebih baik, usaha pengolahan tepung berbahan mangrove juga diharapkan mampu mengangkat strata ekonomi masyarakat pesisir. Namun sejauh ini masih terdapat kendala terkait isu cemaran logam berat di wilayah pesisir. Mangrove sebagai akumulator logam berat pencemar, memiliki mekanisme organ untuk melakukan resistensi terhadap kandungan logam berat dalam jaringannya, sehingga magrove memiliki kemampuan luar biasa dalam menyerap logam berat yang mencemari lingkungan dan menyimpannya dalam jaringan daun, akar dan batang menjadikan logam berat berbahaya secara kimia akan mengalami inaktivasi, sehingga keberadaan mangrove dapat berperan menyaring dan mereduksi tingkat pencemaran logam berat di perairan laut (Vicar, 2008). Dengan adanya konsentrasi cemaran pada jaringan tumbuhan mangrove, perlu dicari jalan keluar agar paparan logam berat tidak sampai mempengaruhi kesehatan masyarakat yang mengonsumsinya.

2.2 Mangrove

Salah satu wilayah terpenting dari kepulauan Indonesia adalah wilayah pantai dan pesisir dengan pantai sepanjang 81.000 km. Wilayah pesisir merupakan ekosistem transisi yang dipengaruhi daratan dan lautan, yang mencakup beberapa ekosistem, salah satunya adalah ekosistem hutan mangrove. Kekayaan sumberdaya yang dimiliki wilayah tersebut menimbulkan daya tarik karena memberikan sumbangan yang besar dalam kegiatan ekonomi yang dimanfaatkan secara langsung oleh berbagai pihak untuk pertambangan, perikanan, kehutanan, industri, pariwisata, dan lain-lain. Sumberdaya alam yang terdapat di wilayah pesisir dan lautan terdiri dari sumberdaya yang dapat pulih (*renewable resources*) seperti perikanan, hutan mangrove dan terumbu karang maupun sumberdaya yang tidak dapat pulih (*non-renewable resources*) seperti minyak bumi dan gas mineral serta jasa-jasa lingkungan (Dahuri, *et al.*, 2001).

Mangrove ialah tipe hutan yang daerahnya tergenang air laut secara berkala baik setiap hari maupun yang hanya tergenang pada saat pasang purnama. Mangrove banyak dijumpai pada pantai yang terdapat muara sungai atau delta. Biasanya di tempat-tempat yang tidak ada muara sungainya mangrove agak tipis, namun pada tempat yang mempunyai muara sungai besar dan delta dimana aliran airnya banyak mengandung lumpur dan pasir, mangrove biasanya tumbuh subur. Mangrove sulit tumbuh pada pantai yang terjal dengan perairan pantai yang berombak besar (Dahuri, *et al*., 2001).

Hutan mangrove pada umumnya mendominasi zona-zona pantai berlumpur dan delta estuaria pasang surut. Pada zona pasang surut yang luas mangrove membentuk hutan yang lebat, misalnya kawasan delta yang luas, lokasi penggenangan pasang surut, dan daerah yang merawa di muara sungai besar

(Field, 1995). Pasang surut berpengaruh terhadap penyebaran jenis-jenis mangrove. Komposisi flora hutan mangrove sangat dipengaruhi oleh periode pasang surut laut pemasukan air permukaan yang masuk melalui sungai, sehingga akan terjadi perbedaan salinitas di kawasan mangrove (Tjardhana dan Purwanto, 1995).

Ekosistem mangrove memiliki manfaat ekonomis yaitu hasil kayu dan bukan kayu misalnya budidaya air payau, tambak udang, pariwisata dan lainnya. Manfaat ekologis adalah berupa perlindungan bagi ekosistem daratan dan lautan, yaitu dapat menjadi penahan abrasi atau erosi gelombang atau angin kencang. Secara ekosistem berperan dalam stabilisasi suatu ekosistem pesisir baik secara fisik maupun biologis (Bandaranayake, 2005).

Manfaat utama hutan mangrove di kawasan pesisir dan estuaria adalah untuk mencegah erosi, penahan ombak, penahan angin, perangkap sedimen dan penahan intrusi air asin dari laut. Peranan vegetasi mangrove di dalam lingkungan biologi adalah sebagai tempat pemijahan dan sebagai tempat asuhan bagi ikan dan biota laut serta habitat berbagai jenis burung (Sukardjo, 1986). Secara fisik hutan mangrove berfungsi sebagai peredam hempasan gelombang. Sistem perakarannya dapat berperan sebagai perangkap sedimen dan pemecah gelombang. Hal ini dapat terjadi apabila didukung oleh formasi hutan mangrove yang belum terganggu atau kondisinya masih alami. Kerapatan hutan mangrove yang cenderung menurun maka fungsinya sebagai peredam gelombang juga akan cenderung menurun (Tjardhana dan Purwanto, 1995).

Tumbuhan mangrove di Indonesia merupakan yang terbanyak di dunia, baik dari segi kuantitas area (± 42.550 km^2) maupun jumlah species (± 45 species) (Spalding *et al*. 2001) Mangrove mempunyai banyak sekali manfaat yang bersinggungan langsung dengan kehidupan manusia di daratan, mulai dari manfaat

ekologi sampai dengan sebagai sumber pangan dan obat. Maka sangatlah sayang bila potensi ini tidak kita gali dan manfaatkan semaksimal demi kepentingan bersama .Banyak perguruan tinggi dan lembaga penelitian yang telah mengeksplorasi berbagai tumbuhan sebagai sumber obat namun belum banyak melirik khasiat pada tumbuhan mangrove.(Purnobasuki, 2004)

Hutan mangrove merupakan suatu ekosistem yang sangat unik dan merupakan salah satu sumber daya alam yang sangat potensial, diantaranya adalah secara fisik, tegakan mangrove dapat menahan atau menyerap tiupan angin kencang dari laut ke darat, melindungi pantai dari proses erosi atau abrasi, menjaga garis pantai agar tetap stabil, menahan sedimen secara periodik sampai terbentuk lahan baru, serta sebagai penyangga proses intrusi atau rembesan air laut ke darat. Secara biologi, ekosistem mangrove berfungsi sebagai sumber plasma nutfah dan genetika, sebagai habitat alami bagi berbagai jenis biota darat dan laut lainnya, serta sebagai kawasan *nursery ground* (kawasan pemijah atau asuhan) dan sumber makanan bagi udang, ikan, kepiting dan kerang. Secara kimia, ekosistem mangrove berfungsi sebagai tempat proses terjadinya daur ulang yang menghasilkan oksigen, sebagai penyerap karbondioksida, dan sebagai pengolah bahan-bahan limbah hasil pencemaran industri dan kapal-kapal di lautan (Arief, 2003).

Salah satu jenis mangrove yang dapat menyaring dan mereduksi tingkat pencemaran logam berat di perairan laut adalah *Avicennia marina* (pohon api-api) dengan cara mengakumulasi logam berat (penyerapan dan penyimpanan dalam organ daun, akar dan batang) (Irwanto, 2007).

Hingga sejauh ini masyarakat umum belum mengenal akan potensi hutan mangrove sebagai penghasil cadangan pangan untuk membantu mencukupi kebutuhan pangan masyarakat pesisir. Masyarakat pesisir sejak dulu telah

memanfaatkan mangrove sebagai pengganti nasi. Pemanfaatan buah mangrove sebenarnya sudah sejak lama dilakukan. Sebagai contoh di daerah Biak pada masa penjajahan Belanda untuk mengatasi krisis pangan, buah mangrove diolah menjadi aibon sebagai makanan pokok pengganti beras (Kartika, 2008). Disamping itu buah mangrove memiliki kelebihan dalam hal nutrisi, yaitu memiliki kandungan karbohidrat yang cukup tinggi sebesar 85,1 g/100g, lemak 0,6g/100g, dan protein 4,8 g/100 g (Aprillia, 2008).

Seiring dengan perkembangan jaman, teknologi dalam pembuatan makanan berbahan dasar buah mangrove sudah mulai dikembangkan. Salah satunya melalui proses pengeringan untuk dijadikan tepung sebagai bahan dasar pembuatan kue (Setiawan, 2008). Adapun buah mangrove yang dapat dijadikan sebagai tepung adalah jenis *Avicennia marina* (api-api).

2.3 *Avicennia marina*

Buah mangrove merupakan sumber karbohidrat. Nilai gizi buah mangrove cukup memadai sebagai bahan pangan yaitu memiliki kandungan karbohidrat yang cukup tinggi. Adapun kandungan gizi dari buah mangrove dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan gizi buah mangrove / 100 g.

Kandungan Gizi	Kandungan (g)
Karbohidrat	85,1
Protein	4,8
Lemak	0,6

Sumber : Aprillia (2008)

Selain itu menurut Kartika (2008) kandungan energi buah mangrove adalah 371 kilokalori/100 g atau lebih tinggi dari beras yang hanya 360 kilokalori/100 g serta jagung yang hanya 307 kilokalori/100 g. Namun pemanfaatannya sebagai bahan pangan di Indonesia masih sangat terbatas.

Api-api ialah sekelompok tumbuhan dari marga *Avicennia* suku Acanthaceae. Api-api biasa tumbuh di tepi atau dekat laut sebagai bagian dari komunitas hutan bakau. Pohon kecil atau besar dengan tinggi hingga 30m dengan tajuk yang agak renggang. Akar nafas (*pneumatophores*) yang muncul 10-30 cm dari substrat. Kulit batang halus keputihan sampai dengan abu-abu kecoklatan dan retak-retak. Ranting dengan buku-buku bekas daun yang menonjol seperti sendi tulang. Daun tunggal, bertangkai, berhadapan, bertepi rata, berujung runcing atau membulat, helai daun seperti kulit, hijau mengkilap di atas, abu-abu atau keputihan di sisi bawahnya dengan kristal garam yang terasa asin, biji tumbuh pada saat buah masih di pohon (vivipar), buah seperti kapsul yang memecah (*dehiscent*) menjadi dua (Anonymous, 2007). Sedangkan menurut Bengen (2003) *Avicennia marina* mempunyai ciri – ciri buah berbentuk membulat dan agak berbulu dengan panjang buah 1,5 – 2,5 cm berwarna hijau keabu-abuan dan bunga kecil berwarna oranye. Adapun klasifikasi dari Api-api ialah :

Kingdom : Plantae
Divisi : Magnoliophyta
Kelas :Magnoliopsida
Ordo : Lamiales
Famili : Acanthaceae
Genus : Avicennia L
Spesies : *Avicennia marina* (Anonymous, 2007).

Avicennia marina merupakan tanaman mangrove yang tersebar di sebagian besar pantai di Indonesia. Termasuk jenis pioner (pada zonasi terdepan), cepat dan mudah tumbuh, permudaan alaminya sangat cepat, bahkan diperkirakan tanaman berumur 2 tahun telah mulai menghasilkan buah (Santoso, *et al*; 2005). Morfologi *Avicennia marina* dapat dilihat pada Gambar 1.

Gambar 1. *Avicennia marina* (Anonymous, 2011)

Pohon api-api telah dimasukkan dalam suku tersendiri yaitu *Avicenniaceae*, setelah sebelumnya dimasukkan dalam suku *Verbenaceae,* karena *Avicennia* memiliki perbedaan mendasar dalam bentuk organ reproduksi dan cara berkembang biak dengan anggota suku *Verbenaceae* lainnya. Dimana Pohon api-api ini memiliki akar nafas (*pneumatofore*) yang merupakan akar percabangan yang tumbuh dengan teratur yang terbenam dalam tanah. Reproduksinya bersifat *kryptovivipary*, yaitu biji tumbuh keluar dari kulit biji saat masih menggantung pada tanaman induk, tetapi tidak tumbuh keluar menembus buah sebelum biji jatuh ketanah. Buah bebrbentuk seperti mangga, ujung buah tumpul dengan panjang 1 cm, daun berbentuk ellips dengan ujung tumpul dan panjang daun sekitar 7 cm, lebar daun 3-4 cm, permukaan atas daun berwarna hijau mengkilat dan permukaan bawah berwarna hijau abu-abu dan suram (Tomlinson, 1996).

Beberapa jenis tumbuhan mangrove toleran terhadap konsentrasi garam di jaringannya dan garam ini dikeluarkan melalui kelenjar-kelenjar khusus yang

terdapat pada daunnya. Menurut Scholander (1968) dalam Tanasale (1997), tumbuhan mangrove terbagi atas dua golongan, yaitu (a) *secreter* yakni jenis-jenis mangrove yang memiliki struktur kelenjar garam (*salt gland*) seperti *Avicennia sp.,* dan *Aegialiris sp.* dan (b) *non-secreter* yaitu jenis-jenis mangrove yang tidak memiliki struktur kelenjar garam seperti *Rhizophora sp., Burguiera sp., Lumnitzera sp.,*dan *Sonneratia sp.* Seperti yang nampak pada Gambar 2 terlihat adanya butiran garam pada permukaan daun muda *Avicennia marina* sebagai bukti bahwa tumbuhan ini tergolong pada jenis secreter.

Gambar 2. Butiran garam hasil sekresi pada permukaan daun muda *Avicennia marina.*(Dokumentasi penelitian, 2012)

Berkaitan dengan kemampuan mengolah bahan-bahan limbah hasil cemaran industri, salah satu jenis mangrove yang dapat menyaring dan mereduksi tingkat pencemaran logam berat di perairan laut adalah *Avicennia marina* (pohon api-api) dengan cara mengakumulasi logam berat (penyerapan dan penyimpanan dalam organ daun, akar dan batang) (Irwanto, 2007).

Pohon api-api memiliki kemampuan akumulasi logam berat yang tinggi. Jenis mangrove yang mendominasi Perairan Timur Pantai Surabaya ini memiliki sistem

penanggulangan materi toksik lain diantaranya dengan melemahkan efek racun melalui pengenceran (dilusi), yaitu dengan menyimpan banyak air untuk mengencerkan konsentrasi logam berat dalam jaringan tubuhnya, sehingga mengurangi toksisitas logam tersebut. Pengenceran dengan penyimpanan air di dalam jaringan biasanya terjadi pada daun dan diikuti dengan terjadinya penebalan daun (sukulensi). Ekskresi juga merupakan upaya yang mungkin terjadi, yaitu dengan menyimpan materi toksik logam berat dalam jaringan yang sudah tua seperti daun yang sudah tua dan kulit batang yang mudah mengelupas, sehingga dapat menggurangi konsentrasi logam berat di dalam tubuhnya. Metabolisme atau transformasi secara biologis (biotransformasi) (Maram, 2008).

Pohon api-api memiliki upaya penanggulangan materi toksik dengan melemahkan efek racun melalui pengenceran (dilusi), yaitu dengan menyimpan banyak air untuk mengencerkan konsentrasi logam berat dalam jaringan tubuhnya sehingga mengurangi toksisitas logam tersebut. Pengenceran dengan penyimpanan air di dalam jaringan biasanya terjadi pada daun dan diikuti dengan terjadinya penebalan daun. Ekskresi juga merupakan upaya yang mungkin terjadi, yaitu dengan menyimpan materi toksik logam berat di dalam jaringan yang sudah tua seperti daun yang sudah tua dan kulit batang yang mudah mengelupas, sehingga dapat mengurangi konsentrasi logam berat di dalam tubuhnya. Metabolisme atau transformasi secara biologis (biotransformasi) logam berat dapat mengurangi toksisitas logam berat. Logam berat yang masuk ke dalam tubuh akan mengalami pengikatan dan penurunan daya racun, karena diolah menjadi bentuk-bentuk persenyawaan yang lebih sederhana. Proses ini dibantu dengan aktivitas enzim yang mengatur dan mempercepat jalannya poses tersebut (Lembaga Kajian Ekologi dan Konservasi Lahan Basah, 001).

Mangrove *Avicennia marina* dapat mengakumulasi logam berat baik pada akar maupun daun sehingga dapat dijadikan sebagai bioindikator pencemaran. Hasil penelitian Alberts, *et al*, (1990) menunjukkan bahwa logam Pb pada akar bawah lebih tinggi daripada akar atas karena logam tersebut mempunyai kemampuan translokasi yang rendah sehingga lebih terkonsentrasi pada akar bagian bawah. Secara umum dapat diketahui kandungan logam berat Pb pada daun lebih tinggi daripada akar. Hal ini diduga disebabkan karena akar mangrove menyerap sedimen dan air laut sedangkan daun mangrove menyerap logam berat dari sedimen melalui akar, maupun dari deposisi atmosfer dan masuk ke jaringan daun melalui stomata (Amin, 2001).

Dengan adanya kandungan logam Pb pada buah mangrove, maka diperlukan upaya untuk mengurangi atau menghilangkan kandungan logam Pb dalam tepung buah mangrove agar aman untuk dikonsumsi dengan tetap menjaga biaya produksi yang rendah agar dapat dikonsumsi secara meluas. Salah satu upaya tersebut ialah dengan jalan melakukan perendaman dengan air sebelum buah *Avicennia marina* diolah menjadi tepung.

2.3.1 Tepung *Avicennia marina*

Tepung adalah partikel padat yang berbentuk butiran halus atau sangat halus tergantung pemakaiannya (Anonymous, 2009[a]). Tepung adalah suatu produk padat kering yang dihasilkan dengan jalan mengeluarkan sebagian besar cairan dan sebagian atau seluruh lemak yang terkandung dalam bahan (Afrianto dan Liviawaty, 2005). Tepung merupakan salah satu bentuk alternatif produk setengah jadi yang dianjurkan, karena lebih tahan disimpan, mudah dicampur, diperkaya zat gizi, dibentuk, dan lebih cepat dimasak sesuai tuntutan kehidupan modern yang serba

praktis (Winarno, 2000). Tepung ialah partikel padat yang berbertuk butiran halus atau sangat halus tergantung pemakaiannya. Biasanya digunakan untuk keperluan penelitian, rumah tangga dan bahan baku industri. Tepung bisa berasal dari bahan nabati misalnya tepung terigu dari gandum, tapioka dari singkong, maizena dari jagung atau hewani misalnya tepung tulang atau tepung ikan (Anonymous, 2009[b]).

Dewasa ini penerapan teknologi dalam pembuatan makanan berbahan dasar buah mangrove sudah mulai dikembangkan. Salah satunya melalui proses pengeringan untuk dijadikan tepung sebagai bahan dasar pembuatan kue (Setiawan, 2008). Adapun buah mangrove yang dapat dijadikan sebagai tepung adalah jenis *Avicennia marina* (api-api).

Akan tetapi buah mangrove tidak dapat langsung diolah menjadi tepung dikarenakan terdapat tanin yang apabila bagian tersebut tidak dihilangkan dan ikut direbus maka seluruh buah mangrove akan berwarna biru keunguan dan tercium bau tembakau rokok sehingga tidak enak dimakan (Setiawan, 2008). Buah Api-api (nama daerah untuk *Avicennia*), bisa diolah menjadi bolu, onde-onde, dawet, combro, pudding, kue talam, kerupuk dan masih banyak makanan/minuman lainnya (Anonymous, 2009). Adapun komposisi kimia dari tepung mangrove dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Komposisi Kimia Tepung Mangrove

Komposisi Kimia	Kandungan
Kadar air (%)	73,756
Kadar Karbohidrat (%)	23,528
Kadar Lemak (%)	1,246
Kadar Protein (%)	1,128
Kadar Abu (%)	0,342
HCN (mg)	6,8559
Tannin (mg)	34,105

Sumber : Ilminingtyas dan Dyah (2009)

2.3.2 Kualitas Tepung

Kualitas pangan ialah keseluruhan sifat-sifat pangan yang dapat berpengaruh terhadap penerimaan pangan oleh konsumen. Kualitas pangan sangat menentukan apakah pangan tersebut disukai atau tidak oleh konsumen. Pada umumnya pengolahan makanan selalu diusahakan agar dapat menghasilkan produk dengan kualitas yang baik, karena akan lebih disukai konsumen dan harganya pun akan lebih tinggi (Afrianti, 2008). Dalam pembuatan makanan, hal yang harus diperhatikan ialah ketepatan penggunaan jenis tepung. Kemampuan tepung dalam menyerap air disebut *Water Absorption.* Kemampuan daya serap air tepung berkurang bila kadar air dalam tepung *(Moisture)* terlalu tinggi atau tempat penyimpanan yang lembab (Anonymous, 2011[b]). Konsep dan kekuatan tepung sulit untuk menentukan ringkas. Hal ini terutama karena kualitas tepung diekspresikan oleh berbagai sifat kimia dan sifat fisik adonan (Anonymous, 2011[c]).

Tepung mangrove juga mempunyai kelebihan ialah mampu menyerap air yaitu berkisar antara 125 - 145%. Hal tersebut berarti untuk membuat adonan 100 g

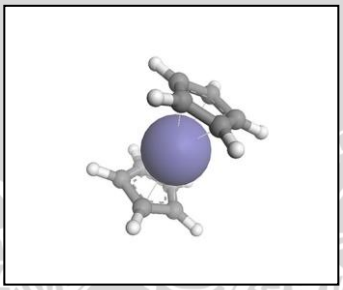
tepung mangrove yang kalis dibutuhkan 126 – 145 ml air. Kemampuan menyerap air ini menunjukkan seberapa besar air yang dibutuhkan oleh tepung untuk membentuk adonan yang kalis (Ilminingtyas dan Dyah, 2009). Berdasarkan kemampuan tersebut, tepung mangrove mempunyai komposisi kimia yang berbeda dengan tepung pada umumnya. Secara spesifik, parameter kualitas tepung mangrove dapat dibandingkan dengan tepung jagung yang tertera pada Tabel 3.

No.	Kriteria uji	Satuan	Persyaratan
1	Keadaan		
1.1	Bau	-	Normal
1.2	Rasa	-	Normal
1.3	Warna	-	Normal
2	Benda-benda asing	-	Tidak boleh ada
3	Serangga dalam bentuk stadia dan potongan-potongan	-	Tidak boleh ada
4	Jenis pati lain selain pati jagung	-	Tidak boleh ada
5	Kehalusan		
5.1	Lolos ayakan 80 mesh	%	Min. 70
5.2	Lolos ayakan 60 mesh	%	Min. 99
6	Air	% b/b	Maks. 10
7	Abu	% b/b	Maks. 1,5
8	Silikat	% b/b	Maks. 0,1
9	Serat kasar	% b/b	Maks. 1,5
10	Derajat asam	ml.N.NaOH/ 100 gr	Maks. 4,0
11	Cemaran logam		
11.1	Timbal (Pb)	mg/kg	Maks. 1,0
11.2	Tembaga (Cu)	mg/kg	Maks. 10,0
11.3	Seng (Zn)	mg/kg	Maks. 40,0
11.4	Raksa (Hg)	mg/kg	Maks. 0,05
12	Cemaran arsen (As)	mg/kg	Maks. 0,5
13	Cemaran mikroba :		
13.1	Angka lempeng total	koloni/gr	Maks. 5×10^6
13.2	*E. coli*	APM/gr	Maks. 10
13.3	Kapang	koloni/gr	Maks. 10^4

Sumber : SNI tahun 2003

2.4 Timbal (Pb)

Timbal atau dikenal dengan logam Pb merupakan logam berat yang terdapat secara alami di dalam kerak bumi dan tersebar ke alam dalam jumlah kecil melalui proses alami termasuk letusan gunung berapi dan proses geokimia. Logam ini mempunyai sifat resistan terhadap korosi, oleh karena itu seringkali dicampur dengan cairan yang bersifat korosif seperti asam sulfat (Anonymous, 2009). Struktur Pb dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Struktur Pb (Anonymous, 2009)

Pb mempunyai ciri berwarna biru kelabu, sifatnya dapat ditempa,sangat liat, tahan korosi, air asam, dan bobot sangat berat. Pb digunakan sebagai bahan pembuat kabel, baterai, bubungan atap, dan bahan pengisi (Amanto dan Daryanto, 2003) . Selain itu Pb dapat berbentuk organik yaitu dalam bentuk hexaetil Pb dan tetra etil lead (TEL) yang terdapat dalam bahan bakar serta dalam bentuk anorganik berasal dari buangan industri metalurgi, korosi dan Pb arsenat.

Pb merupakan logam berat yang berbahaya karena dapat menimbulkan keracunan yang akut dan bersifat menahun serta menimbulkan perubahan sifat (mutagen). Keracunan yang disebabkan oleh logam Pb dalam tubuh mempengaruhi banyak jaringan dan tubuh antara lain menimbulkan penyakit yang berhubungan dengan otak seperti epilepsi, halusinasi, kerusakan otak besar, delirnum (sejenis

penyakit gula), gangguan sintesis haemoglobin darah, gangguan ginjal, sistem reproduksi, serta gangguan fungsi paru-paru (Anonymous, 2009).

Menurut Connel dan Miller (1995), logam berat (Hg dan Pb) dalam air kebanyakan berbentuk ion. Sifat toksik logam Hg dan Pb dikarenakan logam tersebut sangat efektif berikatan dengan gugus sulfuhidril (SH) yang terdapat dalam sistem enzim sel membentuk ikatan metalloenzim dan metaloprotein sehingga aktivitas enzim untuk proses kehidupan sel tidak dapat berlangsung. Pencemaran lingkungan oleh Pb biasanya berasal dari aktifitas manusia yang mengekstraksi dan mengeksploitasi logam tersebut. Pb digunakan untuk berbagai kegunaan terutama sebagai bahan perpipaan, bahan aditif untuk bensin, baterai, pigmen dan amunisi. Sumber potensial pajanan Pb dapat bervariasi di berbagai lokasi (Anonymous, 2009). Buwono (2005) besarnya kandungan logam berat yang terakumulasi dalam jaringan tubuh hewan air yang masih layak dikonsumsi manusia ditentukan oleh suatu standar. Berdasarkan kep. Ditjen POM No. 03725/B/SK/VII/ 1989 dan FAO/WHO (1976) kadar Pb maksimum pada biota laut yang boleh dikonsumsi sebesar 2 ppm atau sebesar 0,7 mg (700μg) per 70 kg berat badan per minggu. Jumlah logam Pb yang boleh dikonsumsi oleh manusia di seluruh dunia berdasarkan WHO adalah sebesar 0,015 mg/hari hingga 0,316 mg/hari (Lihan; *et al,* 2006).

Menurut Albert; *et al* (1990) logam Pb mempunyai sifat alokasi pada akar bawah lebih tinggi daripada akar atas karena logam tersebut mempunyai kemampuan translokasi yang rendah sehingga lebih terkonsentrasi pada akar bagian bawah. Selain itu kandungan logam berat Pb pada daun lebih tinggi daripada akar. Hal ini diduga disebabkan oleh karena akar mangrove menyerap logam dari sedimen dan air laut, sedangkan daun mangrove menyerap logam berat baik dari

sedimen melalui akar, maupun dari deposisi atmosfer dan masuk ke jaringan daun melalui stomata (Ong Che, 1999).

Batas maksimum kandungan logam berat Pb dalam makanan hasil laut yang boleh dikonsumsi menurut Dirrektorat Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan adalah 2,00 ppm (Amnan, 1994).

2.4.1 Bahaya Pb

Pb (timbal/ timah hitam) bersifat toksik karena menimbulkan gejala anemia, defisiensi hemoglobin, gangguan ginjal, memunduran mental pada anak-anak, gangguan jiwa, kerusakan pada hati dan gangguan susunan syaraf (Indasah *et al.*, 2010).

Efek Pb terhadap kesehatan terutama terhadap sistem *haemotopoetic* (sistem pembentukan darah), adalah menghambat sintesis hemoglobin dan memperpendek umur sel darah merah sehingga akan menyebabkan anemia. Pb juga menyebabkan gangguan metabolisme Fe dan sintesis globin dalam sel darah merah dan menghambat aktivitas berbagai enzim yang diperlukan untuk sintesis heme. Anak yang terpapar Pb akan mengalami degradasi kecerdasan alias idiot. Pada orang dewasa Pb mengurangi kesuburan, bahkan menyebabkan kemandulan atau keguguran pada wanita hamil, kalaupun tidak keguguran, sel otak tidak bisa berkembang. Dampak Pb pada ibu hamil selain berpengaruh pada ibu juga pada embrio/ janin yang dikandungnya. Selain penyakit yang diderita ibu sangat menentukan kualitas janin dan bayi yang akan dilahirkan juga bahan kimia atau obat-obatan, misalnya keracunan Pb organik dapat meningkatkan angka keguguran, kelahiran mati atau kelahiran prematur (Sofian *et al.*, 2010).

Pada jaringan atau organ tubuh, Pb juga akan terakumulasi pada tulang, karena logam ini dalam bentuk ion Pb^{2+} mampu menggantikan keberadaan ion Ca^{2+} (kalsium) yang terdapat dalam jaringan tulang. Di samping itu, pada wanita hamil, Pb dapat melewati plasenta dan kemudian akan ikut masuk dalam sistem peredaran darah janin dan selanjutnya setelah bayi lahir, Pb akan dikeluarkan bersama air susu (Jannah, 2010).

Studi toksisitas Pb menunjukkan bahwa kandungan Pb dalam darah sebanyak 100 ppm dianggap sebagai tingkat aktif (level action) berdampak pada gangguan perkembangan dan penyimpangan perilaku. Sedangkan kandungan Pb 450 ppm membutuhkan perawatan segera dalam waktu 48 jam. Lalu, kandungan Pb lebih dari 700 ppm menyebabkan kondisi gawat secara medis (medical emergency). Untuk kandungan Pb di atas 1.200 ppm bersifat sangat toksik dan dapat menimbulkan kematian pada anak. Kadar Pb 68 ppm dapat menyebabkan anak makin agresif, kurang konsentrasi, bahkan menyebabkan kanker. Hal ini diduga meningkatkan kasus infeksi saluran pernapasan atas (ISPA) anak-anak. Pb yang terserap oleh anak, walaupun dalam jumlah kecil, dapat menyebabkan gangguan pada fase awal pertumbuhan fisik dan mental yang kemudian berakibat pada fungsi kecerdasan dan kemampuan akademik. Sistem syaraf dan pencernaan anak masih dalam tahap perkembangan, sehingga lebih rentan terhadap Pb yang terserap. Pada kadar rendah, keracunan Pb pada anak dapat menyebabkan penurunan IQ dan pemusatan perhatian, kesulitan membaca dan menulis, hiperaktif dan gangguan perilaku, gangguan pertumbuhan dan fungsi penglihatan dan pergerakan, serta gangguan pendengaran.Pada kadar tinggi, keracunan Pb pada anak dapat menyebabkan: anemia, kerusakan otak, liver,ginjal, syaraf dan pencernaan, koma, kejang-kejang atau epilepsi, serta dapat menyebabkan kematian (Nasution, 2008).

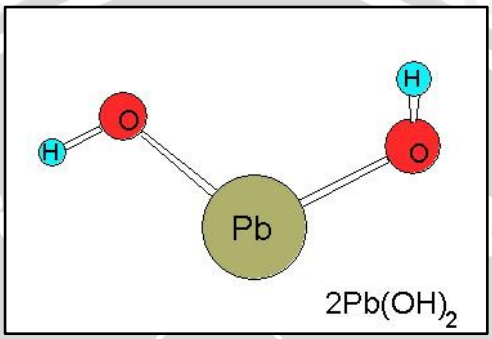
2.4.2 Mekanisme Perjalanan Logam Berat Pada Mangrove

Umumnya logam-logam di alam ditemukan dalam bentuk persenyawaan dengan unsur lain, sangat jarang yang ditemukan dalam elemen tunggal. Unsur ini dalam kondisi suhu kamar tidak selalu bebentuk padat melainkan ada yang berbentuk cair, misalnya merkuri (Hg). Dalam perairan, logam berat dapat ditemukan dalam bentuk ion-ion terlarut dan tidak terlarut. Sebagian logam berat seperti timbal (Pb), kadmium (Cd), dan merkuri (Hg) merupakan zat pencemar yang berbahaya. Limbah industri merupakan salah satu sumber pencemaran logam berat yang potensial bagi perairan. Pembuangan limbah industri secara terus menerus tidak hanya mencemari lingkungan perairan tetapi menyebabkan terkumpulnya logam berat dalam sedimen dan biota perairan. Logam berat yang masuk ke sistem perairan, baik disungai maupun lautan akan dipindahkan dari badan airnya melalui tiga proses yaitu pengendapan, adsorbsi dan absorbsi oleh organisme-organisme perairan. Pada saat buangan limbah industri masuk kedalam suatu parairan, maka akan terjadi proses pengendapan dalam sedimen. Hal ini menyebabkan konsentrasi bahan pencemar dalam sedimen meningkat. Logam berat mempunyai sifat yang mudah mengikat bahan organik dan mengendap didasar perairan dan bersatu dengan sedimen sehingga kadar logam berat dalam sedimen lebih tinggi dibanding dalam air (Pararaja, 2009).

Pada dasarnya, logam berat Pb tidak dapat larut secara langsung dalam air, namun dengan bantuan kehadiran Oksigen (O_2) akan terjadi pengikatan Pb kedalam molekul H_2O dalam bentuk $Pb(OH)_2$. Ketika Pb bersentuhan dengan udara (O_2) maka akan meningkatkan daya reaksinya dengan air. Lapisan tipis (PbO) akan terbentuk membungkus permukaan logam Pb (Anonymous, 2011). Pada Gambar 4

ditunjukkan visualisasi ikatan yang terjadi antara air dan Pb menggunakan software Chem 3d Pro 7.0. . Ketika bercampur dengan oksigen dan air dalam satu mekanisme reaksi yang sama, logam Pb akan berubah menjadi ($Pb(OH)_2$) :

$$2Pb_{(s)} + O_{2(g)} + 2H_2O_{(l)} \rightarrow 2\ Pb(OH)_{2(s)}$$



Gambar 4. Bentuk molekul $2Pb(OH)_2$ (Chem 3D Pro,2012)

Logam yang ada pada perairan suatu saat akan turun dan mengendap pada dasar perairan, membentuk sedimentasi, hal ini akan menyebabkan organisme yang mencari makan di dasar perairan (udang, rajungan, dan kerang) akan memiliki peluang yang besar untuk terpapar logam berat yang telah terikat di dasar perairan dan membentuk sedimen. Hasil laut jenis krustasea perlu diwaspadai terhadap pencemaran logam berat (Rachman, 2006). Logam masuk ke dalam jaringan tubuh makhluk hidup melalui beberapa jalan, yaitu melalui saluran pernafasan, pencernaan dan penetrasi melalui kulit. Absorbsi logam melalui saluran pernafasan biasanya cukup besar, baik pada hewan air yang masuk melaui insang maupun hewan darat yang masuk melalui debu di udara kesaluran pernafasan (Fitriyah, 2007).

Mangrove yang tumbuh di muara sungai merupakan tempat penampungan bagi limbah-limbah yang terbawa aliran sungai. Mangrove memiliki kemampuan menyerap bahan-bahan organik dan non organik dari lingkungannya ke dalam tubuh

melalui membran sel. Proses ini merupakan bentuk adaptasi mangrove terhadap kondisi lingkungan yang ekstrim. Satu diantara beberapa spesies mangrove yang memiliki kemampuan akumulasi logam berat adalah *Avicennia marina*. *Avicennia marina* dapat digunakan sebagai indikator biologis lingkungan yang tercemar logam berat terutama Cu, Pb, dan Zn melalui monitoring berkala. Logam berat Cu dan Pb merupakan unsur logam berat yang tidak dapat terurai oleh proses alam serta dapat membahayakan kesehatan manusia. Mekanisme yang terjadi pada *Avicennia marina* untuk mengurangi toksisitas logam berat adalah menyimpan banyak air sehingga dapat mengencerkan konsentrasi logam berat dalam jaringan tubuhnya. Species ini dapat dikembangkan sebagai pengendalian pencemaran logam berat di wilayah pesisir (Panjaitan, 2009).

Berdasarkan hasil penelitian Amin (2001) mangrove *Avicennia marina* dapat mengakumulasi logam berat baik pada akar maupun daun sehingga dapat dijadikan sebagai bioindikator pencemaran, dibuktikan dengan lebih tingginya kandungan logam berat Pb dan Cu pada akar dan daun mangrove di stasiun Dumai Kota yang banyak menerima limbah industri dan rumah tangga dari pada stasiun Bangsal Aceh yang relatif jauh dari aktivitas tersebut.

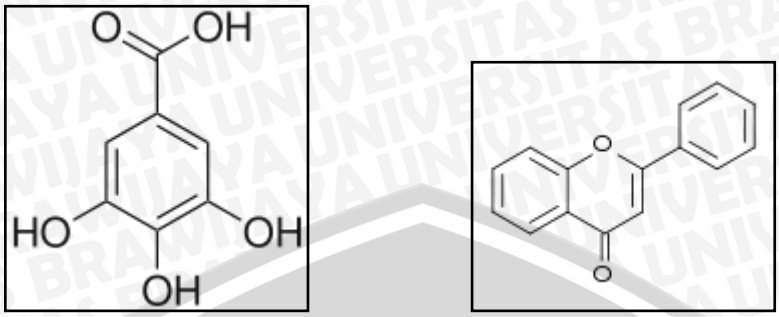
Avicennia. marina mampu menyerap dan mengakumulasi logam-logam berat, seperti Pb, tembaga, besi, cadmium, nikel, aluminium, seng, mangan, merkuri dan kromium dari lingkungannya. Salah satu spesies mangrove *Avicennia. marina* diasumsikan bahwa tumbuhan ini dapat mengakumulasi logam berat pada akar, batang dan daun karena telah beradaptasi dengan lingkungannya yang mendukung kadar logam tinggi. Kandungan logam berat tertinggi adalah logam Cu yang terdapat pada bagian akar sebesar 24, 60 ppm (Arisandi, 2002).

2.5 Tanin

Tanin merupakan senyawa fenolik yang mudah didapat di tanaman (daun, kayu, buah-buahan, akar) serta mampu membentuk senyawa kompleks dengan protein,selulosa, mineral serta kanji. Selain itu tanin mempunyai kemampuan untuk menyerap logam berat akan tetapi mempunyai kelemahan larut dalam air (Wisnubroto, 2002).

Tanin pada mangrove merupakan ekstrak dari jenis *R. Apiculata, R. Mucronata, Xylocarpus granatum* dan *Avicennia marina* yang digunakan untuk menyamak kulit pada industri sepatu dan tas. Selain itu tanin dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan lem untuk kayu lapis. Tanin mangrove di Jepang digunakan sebagai bahan pencelup dengan harga 2-10 ribu yen (Anwar dan Gunawan, 2007).

Tanin pada tumbuhan secara umum terletak pada vakuola atau pada lapisan permukaan lilin. Tanin banyak ditemukan pada jaringan daun, pucuk daun, biji, akar, batang dan pada lapisan xilem serta floem untuk membantu pertumbuhan jaringan. Tanin pada tumbuhan dibedakan menjadi dua macam yaitu tanin terhidrolisis dan tanin terkondensasi. Tanin terhidrolisis merupakan tanin yang terikat pada karbohidrat (D – glukosa). Tanin jenis ini bersifat larut air serta banyak terdapat pada daun dan batang. Tanin terkondensasi (proanthocyanidin) merupakan tanin yang terdiri dari 2 – 50 unit flavonoid yang bergabung dengan ikatan karbon yang tidak mudah pecah oleh proses hidrolisis. Tanin terkondensasi mempunyai sifat tidak mudah larut air (Anonymous, 2009). Adapun struktur kimia dari tanin terhidrolisis dan tanin terkondensasi dapat dilihat pada Gambar 5.



Gallic Acid (tanin terhidrolisis) Flavone (tanin padat)

Gambar 5. Tanin (Anonymous, 2009)

Kadar tanin yang tinggi akan menyebabkan rasa pahit pada bahan makanan. Senyawa ini bersifat karsinogenik apabila dikonsumsi dalam jumlah berlebih dan kontinyu. Kandungan tanin berdasarkan nilai ADI (Acceptable Daily Intake) dalam bahan makanan adalah sebesar 560 mg/kg berat badan/hari (Ilminingtyas dan Diah, 2009).

2.5.1 Sumber Tanin

Tanin dapat dijumpai pada hampir semua jenis tumbuhan hijau di seluruh dunia baik tumbuhan tingkat tinggi maupun tingkat rendah dengan kadar dan kualitas yang berbeda-beda. Menurut Markham (1988), sebagian besar flavonoid yang berasal dari hasil biosintesa (kira-kira 2% dari seluruh karbon yang difotosintesis oleh tumbuhan) diubah menjadi tanin, sehingga flavonoid tersebut merupakan salah satu fenol alam yang terbesar. Di Indonesia sumber tanin yang paling banyak adalah bakau-bakauan yang tumbuh di hutan mangrove, yang tersebar luas dari Aceh sampai Irian Jaya. Selain jenis bakau, tanin dapat juga ditemukan pada jenis-jenis dari hutan tanaman industri seperti akasia, pinus, ekaliptus dan sebagainya.

2.5.2 Sifat-sifat Tanin Tumbuh-tumbuhan

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

A. Sifat kimia tanin

- Tanin memiliki sifat umum, yaitu memiliki gugus phenol dan bersifat koloid. Karena itu di dalam air bersifat koloid dan asam lemah
- 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
- Dengan garam besi memberikan reaksi warna. Reaksi ini digunakan untuk menguji klasifikasi tanin, karena tanin dengan garam besi memberikan warna hijau dan biru kehitaman. Tetapi uji ini kurang baik, karena selain tanin yang dapat memberikan reaksi warna, zat-zat lain juga dapat memberikan warna yang sama
- Tanin akan terurai menjadi pyrogallol, pyrocatechol dan phloroglucinol bila dipanaskan sampai suhu 2100ºF-2150ºF (98,890ºC-101,670ºC)
- Tanin dapat dihidrolisa oleh asam, basa dan enzim
- Ikatan kimia yang terjadi antara tanin-protein atau polimer-polimer
- lainnya terdiri dari ikatan hidrogen, ikatan ionik dan ikatan kovalen

B. Sifat fisik tanin

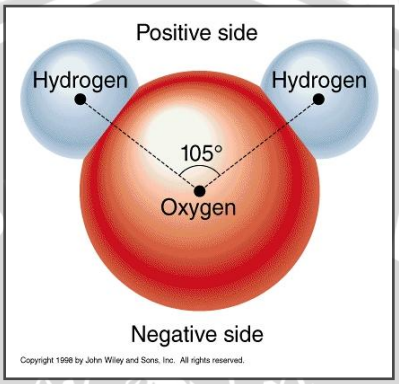
- Umumnya tanin mempunyai berat molekul tinggi dan cenderung mudah dioksidasi menjadi suatu polimer, sebagian besar tanin bentuknya amorf dan tidak mempunyai titik leleh
- Tanin berwarna putih kekuning-kuningan sampai coklat terang, tergantung dari sumber tanin tersebut
- Tanin berbentuk serbuk atau berlapis-lapis seperti kulit kerang, berbau khas dan mempunyai rasa sepat (astrigent)
- Warna tanin akan menjadi gelap apabila terkena cahaya langsung atau dibiarkan di udara terbuka
- Tanin mempunyai sifat atau daya bakterostatik, fungistatik dan merupakan racun

2.6 Air (H_2O)

Air adalah zat cair yang tidak mempunyai rasa, warna dan bau, yang terdiri dari hidrogen dan oksigen dengan rumus kimiawi H_2O. Karena air merupakan suatu larutan yang hampir-hampir bersifat universal, maka zat-zat yang paling alamiah maupun buatan manusia hingga tingkat tertentu terlarut di dalamnya. Dengan demikian, air di dalam mengandung zat-zat terlarut. Zat-zat ini sering disebut pencemar yang terdapat dalam air (Linsley, 1991).

Air adalah sebuah zat yang ada di alam yang dalam kondisi normal di atas permukaan bumi ini berbentuk cair, akan membeku pada suhu di bawah nol derajat celcius dan mendidih pada suhu seratus derajat celcius. Ahli kimia

mendefinisikannya terdiridari dua unsur yaitu oksigen dengan dua ‘lengan’ menggandeng hydrogen membentuk satu kesatuan disebut molekul seperti yang terlihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Struktur kimia Air (Anonymous, 2012)

2.6.1 Sifat Air

Sifat air yang penting dapat digolongkan ke dalam sifat fisis, kimiawi, dan biologis. Sifat fisis dari air yaitu didapatkan dalam ketiga wujudnya, yakni, bentuk padat sebagai es, bentuk cair sebagai air, dan bentuk gas sebagai uap air. Sifat kimia dari air yaitu mempunyai pH=7 dan oksigen terlarut (=DO) jenuh pada 9 mg/L. Air merupakan pelarut yang universal, hampir semua jenis zat dapat larut di dalam air. Air juga merupakan cairan biologis, yakni didapat di dalam tubuh semua organisme. Sifat biologis dari air yaitu di dalam perairan selalu didapat kehidupan, fauna dan flora. Benda hidup ini berpengaruh timbal balik terhadap kualitas air (Slamet, 2002).

Air bersifat tidak berwarna, tidak berasa dan tidak berbau pada kondisi standar yaitu 1 atm dan 0 °C. Air merupakan suatu pelarut yang penting, yang

memiliki kemampuan untuk melarutkan banyak zat kimia lainnya, seperti garam-garam, gula, asam, beberapa jenis gas dan banyak macam molekul organik.

2.6.2 Aquades

Berdasar penggunaannya, air berfungsi besar dalam proses pelarutan suatu zat baik itu biologis maupun kimia. Dalam skala laboratorium yang seringkali melibatkan air untuk beberapa proses reaksi, dibutuhkan spesifikasi khusus agar tidak terjadi kesalahan dalam proses pelarutan zat kimia terkait kandungan beberapa mineral dalam air yang kita peroleh dari saluran PDAM maupun air sumur. Untuk itu keberadaan aquadest sebagai salah satu hasil dari proses pemurnian air melalui metode destilasi sangat diperlukan.

Aquades atau biasa di sebut air suling merupakan air hasil penyulingan (diuapkan dan disejukan kembali).Air suling juga memiliki rumus kimia pada air umumnya yaitu H20 yang berarti dalam 1 molekul terdapat 2 atom hidrogen kovalen dan atom oksigen tunggal. Molekul pada H_2O berbentuk asimetris. Karena molekul air asimetris dan atom oksigen memiliki elektronegativitas lebih tinggi dari atom hidrogen, ia membawa muatan negatif sedikit, sedangkan atom hidrogen sedikit positif. Akibatnya, air adalah molekul polar dengan momen dipol listrik atau tidak sama dengan 0. Air juga dapat membentuk dalam jumlah yang besar ikatan hidrogen antarmolekul untuk molekul ukurannya. Faktor-faktor ini menyebabkan gaya tarik menarik yang kuat antara molekul air, sehingga menimbulkan tegangan permukaan air yang tinggi dan gaya kapiler. Aksi kapiler mengacu pada kecenderungan air untuk bergerak ke atas tabung sempit melawan gaya gravitasi. Properti ini diandalkan oleh semua tumbuhan vaskular, seperti pohon.

2.7 Perendaman

Buah bakau rasanya pahit dan gatal karena kandungan tannin dan senyawa antinutrisi (ada yang bilang serupa alelopati pada rerumputan) yang sangat tinggi. Untuk itu buah bakau direbus terlebih dahulu lalu direndam selama beberapa hari. Perebusan dan perendaman akan mengurangi kadar tannin dan senyawa antinutrisi dengan secara kimiawi dan biologis. Jika perebusan akan merusak struktur kimia tannin dan senyawa antinutrisi, maka perendaman berhari-hari akan mengeluarkan komponen tersebut dari sel ke dalam air rendaman (Arahmadi, 2008).

Perendaman dan perebusan disamping menginaktifkan enzim juga dapat mengurangi dan menghilangkan racun-racun yang ada pada buah lindur antara lain dari jenis tanin dan HCN. Dengan perendaman yang berulang daging buah lindur yang awalnya berwarna coklat tua berubah menjadi coklat muda (Ilminingtyas dan Kartikawati, 2009).

Perendaman dapat dilakukan dengan larutan asam organik seperti asam asetat, sitrat, fumarat, askorbat, malat, suksinat, tartarat dan asam lainnya yang aman dan tidak menusuk hidung. Sedangkan asam anorganik yang biasa digunakan adalah asam hidroklorat, fosfat, dan sulfat. Jenis pelarut alkali yang umum digunakan adalah sodium karbonat, sodium hidroksida, potassium karbonat dan potassium hidroksida (Widagda, 2010). Terdapat beberapa upaya yang sudah dilakukan untuk menghilangkan logam berat pada kupang antara lain dengan perendaman dengan asam asetat 5% selama 1 jam dapat menurunkan Pb sebesar 90,1-95,7%, dengan asam sitrat 5,3% selama 1 jam dapat menurunkan kadar Pb sebesar 96,1-97% (Primasti, 2010).

Pada saat proses perendaman dengan larutan jeruk nipis, Pb terikat dalam protein membentuk senyawa *metallothionein* (protein pengikat logam), dengan

adanya asam sitrat maka Pb akan terlepas dan berikatan dengan ion OH^- dan $COOH^-$ yang ada pada asam sitrat membentuk senyawa Pb sitrat (Gaman dan Sherringtonn, 1994).

Dalam kondisi normal Pb tidak dapat terlarut dalam air. Akan tetapi tingkat kelarutannya meningkat dengan adanya pengaruh oksigen yang terkandung dalam air. Dengan adanya oksigen tersebut akan terbentuk lapisan tipis di permukaan timbal yang berupa PbO. Sehingga dengan kehadiran air dan oksigen, logam Pb akan terlarut dalam bentuk timbal hidroksida ($Pb(OH)_2$).