

5. HASIL DAN PEMBAHASAN

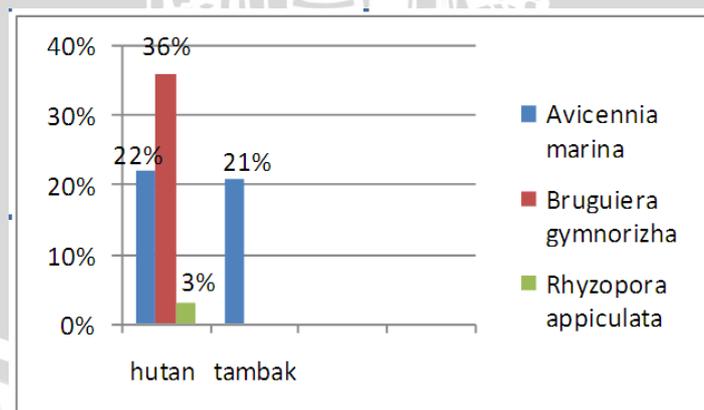
5.1 Hasil Penelitian

Hasil penelitian ini dibagi dalam dua tahap, yaitu penelitian pendahuluan dan penelitian utama.

5.1.1 Penelitian Pendahuluan

5.1.1.1 Penelitian Pendahuluan I

Penelitian pendahuluan pertama ini bertujuan untuk mengetahui lokasi dan pola penyebaran mangrove pada dua titik sampling yaitu pada Hutan mangrove Rungkut Wonorejo dan Tambak milik penduduk di Jalan Medayu Utara. Menurut identifikasi dan pengamatan di lapangan di dapatkan bahwa pada habitat Hutan mangrove dengan koordinat $7^{\circ}18'30.16''\text{LS}$ dan $112^{\circ}49'42.14''\text{BT}$, terdapat 3 jenis mangrove yaitu diantaranya jenis *Avicennia marina*, *Burquiera gymnorizha*, *Rhyzopora apiculata*. Sedangkan pada habitat Tambak milik penduduk dengan koordinat $7^{\circ}18'57.09''\text{LS}$ dan $112^{\circ}48'57.79''\text{BT}$, terdapat mangrove jenis *Avicennia marina* saja yang dominan, untuk Frekuensi Kehadirannya dapat dilihat pada Gambar10.



Gambar 10. Diagram Frekuensi Kehadiran Mangrove Pada Dua Habitat yang Berbeda

Dari pengamatan di lapang dapat diketahui bahwa pada Hutan dengan koordinat $7^{\circ}18'30.16''\text{LS}$ dan $112^{\circ}49'42.14''\text{BT}$ serta cakupan sampling seluas

satu hektar yaitu besar Frekuensi Kehadiran pada *Avicennia marina* ialah 22%, *Bruguiera gymnorizha* ialah 36% dan *Rhizophora appiculata* 3%, sedangkan pada habitat Tambak milik warga dengan koordinat 7°18'57.09"LS dan 112°48'57.79"BT serta cakupan sampling seluas satu hektar Frekuensi Kehadiran pada *Avicennia marina* ialah 21%

Tabel 5. Kerapatan dan Basal Area Pada Hutan dan Tambak

spesies	Kerapatan(ind/ha)	Basal area(m ²)
• Hutan		
<i>Avicennia marina</i>	22	17,230142
<i>Bruguiera gymnorizha</i>	36	14,582239
<i>Rhizophora appiculata</i>	3	0,138474
• Tambak		
<i>Avicennia marina</i>	21	43,686503

Pada Hutan setelah di lakukan pengamatan dan penghitungan jumlah pohon di ketahui bahwa Kerapatan pada *Avicennia marina* sebesar 22 individu/hektar, pada *Bruguiera gymnorizha* sebesar 36 individu/hektar dan pada *Rhizophora appiculata* 3 individu/hektar, pada pengamatan di lapang jumlah mangrove yang paling dominan pada titik sampling Hutan ialah *Bruguiera gymnorizha*, akan tetapi diameter pohon masih kecil berkisar antara 5-23 cm sehingga angka Basal Area relatif kecil. Pada pengamatan dan pengukuran Basal Area pada Hutan mangrove di dapat bahwa Basal area *Avicennia marina* sebesar 17,23 m², pada *Bruguiera gymnorizha* sebesar 14,58 m², dan pada *Rhizophora appiculata* 0,14 m². Pada pengukuran Basal area ini didapat bahwa angka Basal area terbesar ada pada mangrove *Avicennia marina* karena lebar diameter pohon *Avicennia marina* relatif besar yaitu sebesar 8- 48 cm².

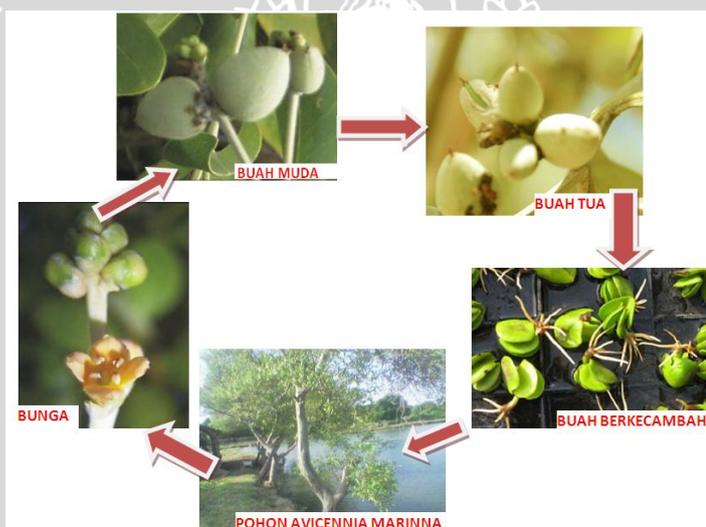
Pada Tambak milik penduduk setelah dilakukan pengamatan pada lapang didapat hanya mangrove *Avicennia marina* saja yang tumbuh pada Tambak milik penduduk, Kerapatan dari mangrove *Avicennia marina* sebesar 21 individu/hektar, sedangkan pada Basal Area di dapat sebesar 43,69 m².

5.1.1.2 Penelitian Pendahuluan II

Penelitian pendahuluan kedua dilakukan dalam berbagai tahap yaitu Pengamatan buah, pengamatan kondisi perairan, mengetahui kadar Pb pada mangrove serta lingkungan hidup dari jenis Api-api (*Avicennia marina*), analisis BCF pada masing- masing bagian pohon dan analisis proksimat buah.

A. Pengamatan buah

Pengamatan buah di lapang dengan ukuran 1 cm ini sudah mempunyai daging buah dan setelah itu pengamatan di lakukan untuk mengamati lama pertumbuhan buah dalam waktu pertumbuhan dari bunga sampai buah matang yang bisa di lihat pada Gambar 11.

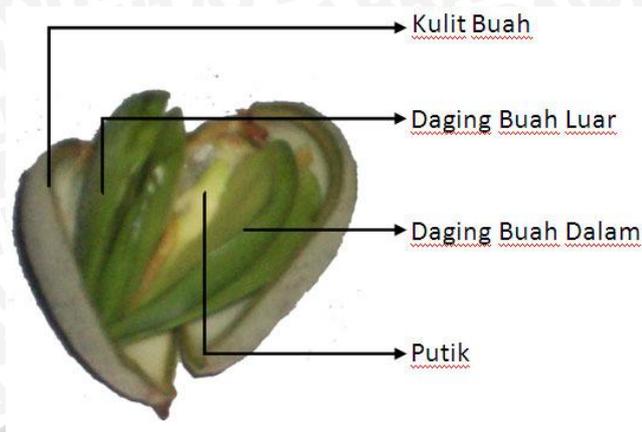


Gambar 11. Siklus Pertumbuhan Buah mangrove *Avicennia marina*

Pada pengamatan di lapang diketahui bahwa buah yang berukuran 0(bunga) sampai dengan 1 cm ini telah tumbuh selama 1 sampai 2 minggu, yang berukuran 1cm sampai dengan 2 cm telah tumbuh selama 2 sampai 4 minggu sedangkan buah yang berukuran 2 sampai ≥ 3 cm telah tumbuh selama lebih dari 4 minggu dan tahap selanjutnya buah akan menguning/matang lalu daging buah akan terpisah dengan kulit buahnya diikuti dengan jatuhnya buah ke tanah dan kemudian buah akan menjadi kecambah dan menjadi individu baru. Akan tetapi

pertumbuhan buah tersebut tergantung pada cepat rambat unsur hara yang di peroleh dari tanah akan diserap kemudian tersalur melalui xylem sampai pada buah (baik faktor biotik maupun abiotik), menurut Soemirat (2003). Absorpsi unsur hara pada tumbuhan ditentukan oleh berbagai faktor biotik dan abiotik. Faktor biotik antara lain status hormonal, fase pertumbuhan, metabolisme, morfologi tumbuhan, densitas daun, bentuk daun (sempit atau lebar), berbulu atau berlapis, mudah tidaknya menjadi basah, umumnya daun yang muda lebih sulit mengabsorpsi dari pada yang sudah tua. Sedangkan faktor abiotik antara lain suhu, sinar/radiasi, kelembapan, dan kualitas tanah.

Buah mangrove umumnya berbentuk kapsul seperti kacang-kacangan dan berwarna hijau sampai kuning(jika matang). Bagian-bagian buah meliputi kulit luar buah(seed coat), lapisan daging buah luar(cotyledon), lapisan daging buah dalam(cotyledon) dan putik(hypocotyls dan epycotyl), untuk bagian-bagian buah dapat di lihat pada gambar 12. Ukuran buah berkisar 1 sampai ≥ 3 dan pada pengamatan buah di habitat Hutan mangrove Rungkt Wonorejo dan Tambak milik penduduk di jalan Medayu menunjukkan bahwa buah mangrove *Avicennia marina* rata-rata sudah menguning, terkelupas dari kulit dan kemudian jatuh ketanah pada ukuran 3 cm, hal ini di mungkinkan karena mangrove *Avicennia marina* ini beradaptasi akibat pencemaran pada lingkungan sekitar, sehingga mangrove *Avicennia marina* selain menggugurkan daun untuk mengurangi kadar logam berat yang terakumulasi, mangrove *Avicennia marina* ini diduga ikut menggugurkan buah yang juga terakumulasi logam berat. Menurut Fitter dan Hay (1991) mekanisme yang mungkin dilakukan oleh tumbuhan untuk menghadapi konsentrasi toksik ekskresi, secara aktif melalui kelenjar pada tajuk atau secara pasif melalui akumulasi pada daun-daun tua yang diikuti dengan absisi daun.



Gambar 12. Bagian- bagian Buah *Avicennia marina*

B. Pengamatan Kondisi lingkungan perairan

Pada tahap kedua di lakukan penelitian pendahuluan tentang pengamatan kondisi lingkungan perairan meliputi: pH perairan, suhu udara, suhu air dan salinitas pada ke dua habitat sampling. Untuk lebih jelasnya masing- masing pengukuran parameter lingkungan hidup mangrove di sajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Ph, suhu dan salinitas Air Pada Lingkungan Hidup Mangrove

No	Habitat	Rata- rata pH perairan ± St. Dev	Rata- rata Suhu udara(°C) ± St. Dev	Rata- rata Suhu air(°C) ± St. Dev	Rata- rata Salinitas(ppt) ± St. Dev
1	Hutan	6,63±0,11	30,75±1,25	30±0,81	8±0,81
2	Tambak	6,69±0,15	30±2,16	28±0,81	9±1,41

Pada pengamatan di lapang pada Hutan mangrove di dapat bahwa pH air 6,63, suhu udara 31°C, suhu air 30°C dan salinitas 8 ppt. sedangkan pengamatan pada Tambak milik penduduk di dapat bahwa pH air 6,69, suhu udara 30°C, suhu air 28°C dan salinitas 9 ppt. pada pengamatan tersebut disimpulkan bahwa pH air baik habitat Hutan maupun habitat Tambak mempunyai pH yang normal. Sedangkan salinitas rata- rata pada habitat Hutan dan Tambak berkisar antara 8-9 maka digolongkan sebagai air payau.

Kondisi lingkungan perairan hasil pengukuran di lapang menunjukkan hasil yang berbeda pada habitat Hutan dan Tambak. Suhu udara dan suhu air yang tertinggi terdapat pada habitat Hutan mangrove, hal ini di karenakan adanya

perbedaan ketinggian karena pada habitat Hutan lebih dekat dengan sungai yang datarannya lebih rendah pada daerah habitat Tambak, suhu udara antara daerah satu dengan daerah lain bisa berbeda- beda, karena dapat di pengaruhi oleh beberapa hal berikut: sudut datangnya sinar matahari, tinggi rendahnya suatu tempat, angin dan arus laut, lamanya penyinaran dan awan (Anonymous, 2012).

Sedangkan salinitas dan pH tertinggi terdapat di habitat Tambak milik penduduk, Hal ini di mungkinkan adanya pola sirkulasi air tawar dari perumahan penduduk yang kemudian mengalir kearah Tambak. Menurut Irawan et all (2009), sebaran salinitas di laut dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti pola sirkulasi air, penguapan, curah hujan, dan aliran air sungai sedangkan perairan laut maupun pesisir memiliki pH relatif lebih stabil dan berada dalam kisaran yang sempit, biasanya berkisar antara 7,7- 8,4. pH di pengaruhi oleh kapasitas penyangga(buffer) yaitu adanya garam- garam karbonat dan bikarbonat yang dikandungnya

Menurut Panjaitan (2009), penurunan salinitas dan pH serta naiknya suhu menyebabkan tingkat bioakumulasi semakin besar karena ketersediaan logam berat tersebut semakin meningkat.

C. Analisis Pb Lingkungan Dan Bagian Buah

Tahap ketiga, dilakukan penyiapan sampel basah dari masing-masing bagian mangrove yang terdiri dari akar kawat, akar nafas, daun muda, daun tua, kulit pohon, bunga dan bagian buah (kulit, buah bagian dalam, buah bagian luar, dan putik). Serta analisis kandungan Pb pada lingkungan mangrove itu tumbuh meliputi tanah, air, sedimen. Kemudian dari semua bahan ditimbang (A) dan dioven sampai kering pada suhu 80°C selama 12 jam sampai kering, kemudian ditimbang kembali (B) lalu diblender hingga halus, setelah menjadi bubuk ditimbang sebanyak 2 gram dan dianalisis kadar Pb-nya dengan metode AAS.

Hasil analisis yang menunjukkan hasil analisis logam berat Pb pada masing-masing bagian mangrove dari jenis *Avicennia marina* dan lingkungan dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Kadar Pb *Avicennia marina* dan Lingkungan

No	Bagian	Kandungan (ppm)	
		Hutan	Tambak
1.	Akar nafas	3,23	1,82
2.	Akar kawat	2,71	1,95
3.	Kulit pohon	3,21	1,81
4.	Daun muda	2,89	1,39
5.	Daun tua	2,66	1,37
6.	Kulit luar buah	2,76	1,45
7.	Lapisan daging buah luar	3,00	2,26
8.	Lapisan daging buah dalam	2,63	1,60
9.	Putik	2,89	1,66
10.	Bunga	2,39	1,58
11.	Batang	2,66	1,39
12.	Sedimen	2,94	1,50
13.	Tanah	2,45	1,42
14.	Air	0,47	0,31
15.	Buah segar	2,71	1,55

Cara analisis :

*) Buah = 5,0372 g contoh → 1,66 ppm

*) g contoh → 10 cc → baca

Pada analisis kandungan Pb pada Hutan diperoleh Kandungan Pb terbesar dari hasil analisis terdapat pada bagian akar nafas yaitu sebesar 3,23 ppm. Sedangkan untuk kandungan Pb terkecil terdapat pada bagian air yaitu sebesar 0,47 ppm. Untuk kandungan Pb pada buah dapat dilihat pada tiap lapisan yaitu pada kulit luar buah sebesar luar 2,76 ppm. Pada lapisan daging buah luar yaitu sebesar 3,00 ppm sedangkan pada lapisan daging buah dalam

kandungan Pb sebesar 2,63 ppm dan pada putik sebesar 2,89 ppm. Dapat dilihat pula kandungan Pb buah segar yang ada di daerah Hutan Rungkut Surabaya ini sebesar 2,71 ppm.

Pada analisis kandungan Pb pada Tambak diperoleh Kandungan Pb terbesar dari hasil analisis terdapat pada bagian daging buah bagian luar sebesar 2,26 ppm. Sedangkan untuk kandungan Pb terkecil terdapat pada bagian air yaitu sebesar 0,31 ppm. Untuk kandungan Pb pada buah dapat dilihat pada tiap lapisan yaitu pada kulit luar buah sebesar luar 1,45 ppm. Pada lapisan daging buah luar yaitu sebesar 2,26 ppm sedangkan pada lapisan daging buah dalam kandungan Pb sebesar 1,60 ppm dan pada putik sebesar 1,66 ppm. Dapat dilihat kandungan Pb buah segar yang ada di habitat Tambak Rungkut Surabaya ini sebesar 1,55 ppm. Dari kedua tempat tersebut didapati bahwa logam Pb terakumulasi pada semua jaringan tanaman baik akar kawat, akar nafas, daun muda, daun tua, kulit pohon, bunga dan bagian buah (kulit buah, daging buah dalam, daging buah luar dan putik) dan besar kadar logam Pb Hutan lebih besar dari pada Tambak hal ini di mungkinkan karena pada Hutan kadar Pb tanah, sedimen dan air lebih tinggi dari pada habitat Tambak milik penduduk. Menurut Fiter dan Hay (1991), Menjelaskan bahwa penyerapan logam berat oleh tumbuhan dibagi menjadi tiga proses, yaitu penyerapan logam oleh akar, translokasi logam dari akar ke bagian tumbuhan lain, dan lokalisasi logam pada bagian jaringan tertentu untuk menjaga agar metabolisme tidak terhambat. Proses pertama dalam penyerapan logam berat yaitu tumbuhan membentuk suatu enzim reduktase di membran akarnya enzim reduktase ini berfungsi untuk mereduksi logam yang selanjutnya di angkut melalui mekanisme khusus di dalam membran akar. Translokasi logam berat terjadi setelah logam memasuki sel akar kemudian logam di angkut melalui xilem ke bagian tumbuhan yang lain. lokalisasi logam pada jaringan bertujuan untuk mencegah toksisitas logam terhadap sel,

yang salah satunya dapat berupa mekanisme dotoksifikasi misalnya dengan menimbun unsur logam pada akar dan trikoma.

D. Analisis BCF(Biokonsentrasi Faktor) Pada Masing- masing Bagian Pohon *Avicennia Marina*

Kemudian setelah di peroleh kadar Pb pada masing- masing bagian dari pohon *Avicennia marina* maka akan di lakukan penghitungan kadar BCF(Biokonsentrasi faktor) pada masing-masing bagian pohon mangrove *Avicennia marina*, dengan tujuan untuk mengetahui kemampuan masing- masing bagian pohon dalam mengakumulasi logam Pb. Dan BCF masing- masing bagian pohon akan di sajikan pada Tabel 8 berikut:

Tabel 8. Analisis BCF (Biokonsentrasi Faktor) pada masing- masing bagian pohon *Avicennia marina*

No	Bagian	BCF(L /kg)	
		Hutan	Tambak
1.	Akar nafas	6,87	5,87
2	Akar kawat	5,76	6,29
3	Kulit pohon	6,87	5,84
4.	Daun muda	6,14	4,48
5.	Daun tua	5,66	4,42
6.	Kulit luar buah	5,87	4,67
7.	Lapisan daging buah luar	6,38	7,29
8.	Lapisan daging buah dalam	5,59	5,16
9.	Putik	6,14	5,35
10.	Bunga	5,08	5,09
11.	Batang	5,66	4,48
12	Buah segar	5,76	6,15
	Rata- rata	5,98	5,33

Dari data Biokonsentrasi Faktor tersebut membuktikan bahwa pohon *Avicennia marina* mempunyai kecenderungan untuk mengakumulasi logam berat yang terdapat dalam ekosistem habitatnya. Perbedaan konsentrasi logam berat

pada organ tumbuhan tertentu berkaitan dengan proses fisiologis tumbuhan tersebut. Dari data dapat disimpulkan bahwa organ- organ *Avicennia marina* cenderung mengakumulasi Pb pada tingkat yang rendah yaitu BCF kurang dari 250(L/Kg)

Dari tabel BCF(Biokonsentrasi Faktor) di dapat pada Hutan angka BCF tertinggi ada pada akar nafas sebesar 6,87 L/kg sedangkan terendah ada pada bunga sebesar 5,08 L/kg, besarnya BCF pada akar tersebut disebabkan oleh karena akar mempunyai kemampuan menyerap Pb melalui beberapa cara, Hal ini sesuai dengan pendapat Lakitan (2001) dimana unsur hara dapat kontak dengan permukaan akar melalui 3 cara, yakni secara difusi dalam larutan tanah, secara pasif terbawa aliran air tanah dan karena akar kontak dengan hara tersebut di dalam matrik tanah. Namun secara keseluruhan analisis, baik akar nafas maupun akar kawat menyerap logam berat dengan jumlah konsentrasi berlipat ganda jika dibandingkan konsentrasi logam pada air.

Sedangkan pada Tambak nilai BCF tertinggi ada pada lapisan daging buah bagian luar yaitu sebesar 7,29 L/kg sedangkan nilai BCF terendah pada Tambak ada pada daun tua sebesar 2,42 L/kg. Daging buah bagian luar memiliki nilai BCF tertinggi hal ini di mungkinkan karena adanya akumulasi logam Pb mulai dari buah masih berupa bunga hingga buah matang, menurut Lakitan(2001), penyerapan hara pada waktu yang lama menyebabkan konsentrasi hara dalam sel jauh lebih tinggi ini disebut sebagai akumulasi hara.

Dan dari data BCF daun pada Hutan dan Tambak didapat bahwa akumulasi Pb terbesar pada daun, ada pada daun muda Hal ini tidak sesuai dengan pernyataan Soemirat (2003), bahwa daun yang lebih muda lebih sulit mengabsorpsi dari pada daun yang sudah tua. Besar nya BCF pada daun muda ini di karenakan jaringan daun muda yang lunak sehingga mudah/dapat

mengakumulasi logam Pb pada stomata dan kemudian terakumulasi sampai daun itu tua dan mengadakan abisisi daun untuk mengurangi kadar logam berat.

Selain itu besar akumulasi buah mangrove *Avicennia marina* pada Tambak lebih besar dari pada Hutan Mangrove. yaitu pada buah pada Tambak besar BCF nya sebesar 6,15 L/kg dan besar BCF buah pada Hutan sebesar 5,76 L/kg. Hal ini di karenakan kadar Pb air Hutan lebih besar dari pada kadar Pb air Tambak sehingga daya akumulasi buah pada Hutan mangrove lebih tinggi dari pada Tambak atau dengan kata lain karena ketersediaan logam Pb pada air Hutan lebih tinggi dari pada Tambak memungkinkan terjadi akumulasi logam Pb pada jaringan semakin tinggi pula selain itu dimungkinkan pula bahwa pada habitat Hutan sangat dekat dengan sungai yang tercemar logam berat. Menurut Fitter dan Hay (1991), Tumbuhan memiliki kemampuan untuk menyerap ion-ion dari lingkungannya ke dalam tubuh melalui membran sel. Dua sifat penyerapan ion oleh tumbuhan adalah: (1) faktor konsentrasi, yaitu kemampuan tumbuhan dalam mengakumulasi ion sampai tingkat konsentrasi tertentu, bahkan dapat mencapai beberapa tingkat lebih besar dari konsentrasi ion di dalam mediumnya; dan (2) perbedaan kuantitatif akan kebutuhan hara yang berbeda pada tiap jenis tumbuhan

Pada pengamatan nilai BCF rata- rata pada dua habitat di dapat besar BCF pada Hutan lebih besar dari pada BCF pada Tambak. Hal ini di mungkinkan karena Hutan sangat dekat dengan aliran sungai Wonorejo yang tercemar limbah industri sehingga besar logam Pb pada air di Hutan lebih tinggi dari pada Pb air di Tambak sehingga proses akumulasi Pb pada bagian- bagian organ tumbuhan pada Hutan lebih tinggi dari pada akumulasi Pb pada organ- organ tumbuhan yang berada pada Tambak.

E. Proksimat

Analisis proksimat yang dilakukan pada buah mangrove *Avicennia marina* segar pada habitat yang berbeda bertujuan untuk mengetahui besar kadar Protein, Lemak, Air, Abu, Karbohidrat, Tanin dan HCN pada dua Habitat yang berbeda, Adapun hasil analisis proksimat buah mangrove *Avicennia marina* segar pada habitat yang berbeda pada penelitian pendahuluan II dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Analisis Proksimat Buah Mangrove (*Avicennia marina*) Pada Dua Habitat yang Berbeda

No	Parameter	Kandungan pada	
		Hutan	Tambak
1	Kadar Protein (%)	2,78	2,82
2	Kadar Lemak (%)	2,68	0,97
3	Kadar Air (%)	63,34	58,54
4	Kadar Abu (%)	2,06	2,02
5	Kadar Karbohidrat (%)	29,14	35,65
6	Kadar Tanin (ppm)	754	602
7	Kadar HCN (ppm)	6,50	10,30

Pada analisis Proksimat buah pada dua habitat yang berbeda didapat, pada buah *Avicennia marina* yang tumbuh pada wilayah Hutan mangrove di dapat hasil proksimat, kadar protein 2,78%, kadar lemak 2,68%, kadar air 63,34%, kadar abu 2,06%, kadar karbohidrat 29,14%, kadar tanin 754 ppm dan HCN 6,50 ppm, sedangkan buah *Avicennia marina* yang tumbuh pada Tambak milik penduduk di dapat hasil proksimat, kadar protein 2,82%, kadar lemak 0,97% dan kadar air 58,54% kadar abu 2,02%, kadar karbohidrat 35,65%, kadar tanin 602 ppm dan kadar HCN 10,30 ppm.

5.1.2 Penelitian Utama

penelitian utama ini bertujuan untuk mengukur kadar timbal yang ada dalam buah mangrove pada dua habitat yang berbeda yaitu pada Hutan mangrove dan Tambak milik penduduk dengan ukuran yang berbeda, yaitu buah mangrove dengan ukuran 1 cm, 2 cm, dan 3 cm kemudian dipisahkan antara kulit buah(seed coat), lapisan daging buah luar (cotyledon luar), lapisan buah dalam (cotyledon dalam), dan putik (epicotyl dan hypocotyl). kemudian di hitung rata- rata kadar Pb dan Tanin dalam bagian- bagian buah tersebut dan di lakukan ulangan sebanyak empat kali, Selanjutnya kemudian di hitung kadar Pb dan Tanin pada buah utuh dengan cara di total kadar Pb atau Tanin pada tiap bagian buah.

5.1.2.1 Analisis Kadar Logam Pb dan BCF(Biokonsentrasi Faktor) Logam Pb

Dari hasil analisis Pb pada buah *Avicennia marina* di dua habitat yang berbeda dan dengan ukuran yang berbeda diapati data yaitu pada habitat Hutan kadar logam Pb dalam buah pada ukuran 1 cm, 2 cm dan 3 cm berturut- turut yaitu 3.31 ppm, 3.80 ppm dan 4.95 ppm dan sedangkan pada habitat Tambak milik penduduk kadar logam Pb dalam buah pada ukuran 1 cm, 2 cm dan 3 cm berturut- turut yaitu 2.33 ppm, 2.65 ppm dan 3.19 ppm. Setelah di analisis menggunakan analisis keragaman(ANOVA) pada lampiran 7. Perlakuan pengambilan Kadar Pb pada buah mangrove di dua habitat berbeda menunjukkan nyata dan besar kadar Pb pada habitat Hutan mangrove lebih besar dari kadar Pb pada habitat Tambak milik penduduk, Sedangkan perlakuan pengambilan sampel pada ukuran buah yang berbeda setelah dianalisis menggunakan analisis keragaman(ANOVA) menunjukkan berbeda nyata, setelah itu di uji lanjut menggunakan uji lanjut BNT dengan parameter ukuran diapati ukuran 1 cm berbeda nyata dengan ukuran 2 cm serta 2 cm berbeda nyata dengan 3 cm

.sedangkan untuk hubungan atau interaksi antara habitat dan ukuran yang berbeda tidak menunjukkan berbeda nyata. adapun kadar Pb pada habitat dan ukuran yang berbeda dapat dilihat pada tabel 10.

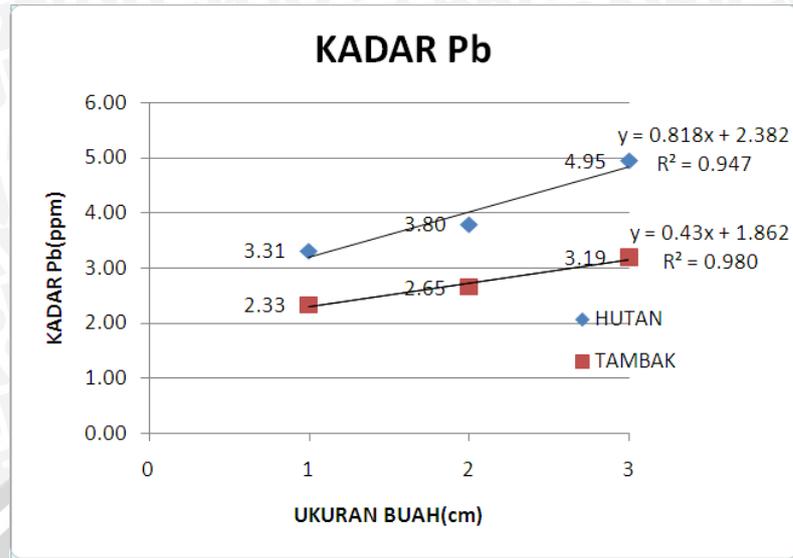
Tabel 10. Kadar Pb Pada Habitat Yang Berbeda Dengan Ukuran Yang Berbeda.

Habitat	Ukuran (cm)	Rata-rata Kadar Pb(ppm) \pm St.Dev
Hutan mangrove	1 cm	3.31 \pm 0.440
	2 cm	3.80 \pm 0.266
	3 cm	4.95 \pm 0.782
Tambak	1 cm	2.33 \pm 0.118
	2 cm	2.65 \pm 0.126
	3 cm	3.19 \pm 0.192

Pada Tabel 10 dapat dilihat bahwa rata-rata kadar Pb pada dua habitat yang berbeda dan dengan ukuran yang berbeda. Kadar Pb terkecil ada pada buah mangrove dengan habitat Tambak dan dengan ukuran 1 cm yaitu sebesar 2,33 ppm, sedangkan kadar Pb terbesar ada pada buah *Avicennia marina* dengan habitat Hutan dan dengan ukuran 3 cm yaitu sebesar 4,95 ppm. Hal ini diduga karena adanya perbedaan suhu, pH dan salinitas antara habitat Hutan dan Tambak, karena Pada penelitian pendahuluan di dapati bahwa pada pengukuran suhu udara dan suhu air pada habitat Hutan lebih tinggi dari habitat Tambak yaitu suhu udara pada Hutan sebesar 30,75°C dan suhu udara pada Tambak sebesar 30 °C, sedangkan suhu air pada Hutan sebesar 30 °C dan suhu air pada Tambak sebesar 28 °C. selain itu jika di lihat pada parameter pH perairan di peroleh bahwa pH habitat Hutan lebih rendah dari pH habitat Tambak yaitu besar pH habitat Hutan sebesar 6,63 dan pH habitat Tambak 6,69. sedangkan pada parameter salinitas, besar salinitas habitat Hutan lebih rendah dari habitat Tambak yaitu pada habitat Hutan sebesar 8 ppt sedangkan pada habitat Tambak 9 ppt. selain itu ukuran buah juga mempengaruhi besar kadar Pb hal ini dikarenakan daya akumulasi logam Pb yang semakin tinggi seiring bertambahnya

ukuran buah. Hal ini sesuai dengan menurut Lakitan(2001), penyerapan hara pada waktu yang lama menyebabkan konsentrasi hara dalam sel jauh lebih tinggi ini disebut sebagai akumulasi hara.

Sedangkan menurut Lihan *et all*(2006), kadar Pb maksimum pada biota laut yang boleh dikonsumsi sebesar 2 ppm atau sebesar 0,7 mg (700 µg) per 70 kg berat badan perminggu. Jumlah logam Pb yang boleh dikonsumsi oleh manusia di seluruh dunia berdasarkan WHO adalah sebesar 0,015 mg/hari hingga 0,316 mg/hari, sedangkan menurut SNI 01-3834-2004 tentang buah dalam kaleng, kadar Pb pada buah dalam buah yaitu maksimal sebesar 2,00 ppm. Ini menandakan bahwa kadar Pb pada buah *Avicennia marina* tidak memenuhi standart Pb buah pada umumnya sehingga tidak aman untuk di konsumsi. Menurut Sunyoto (2008) Masyarakat disekitar pesisir mulai banyak memanfaatkan buah mangrove *Avicennia marina* sebagai bahan baku pembuatan kue dan sebagai alternative bahan pangan. Salah satu kreatifitas masyarakat dalam memanfaatkan kelimpahan bahan baku buah api-api (*Avicennia sp*) adalah membuatnya menjadi roti (bolu) Selain itu, kue yang terbuat dari tepung buah mangrove *Avicennia marina* adalah kue kelepon, dodol, bubur dan resoles (Kesemat, 2010). Buah mangrove merupakan sumber karbohidrat. Nilai gizi buah mangrove cukup memadai sebagai bahan pangan yaitu memiliki kandungan karbohidrat yang cukup tinggi. Akan tetapi jika melihat pada SNI 3729-2008 tentang standart nasional tepung. Kadar Pb maksimal yaitu sebesar 1,00 ppm. Maka dari itu perlu dilakukan upaya untuk mengurangi kadar Pb sebelum di jadikan tepung.



Gambar 13. Grafik regresi Kadar Pb Pada Habitat Dan Ukuran Yang Berbeda

Berdasarkan Gambar 13. Dapat dilihat persamaan regresi kadar Pb antara sampling pada dua habitat yang berbeda dan dengan ukuran yang berbeda terhadap kadar Pb yaitu pada habitat Hutan garis regresi $y = 0,818x + 2,382$ dengan R^2 sebesar 0,947. Persamaan ini menunjukkan hubungan positif dimana setiap penambahan ukuran sebesar 1 cm maka kadar Pb akan naik sebesar 0,818 dengan nilai koefisien determinasi 0,947 yang artinya 94,7% sedangkan pada habitat Tambak garis regresi $y = 0,43x + 1,862$ dengan R^2 sebesar 0,980. Persamaan ini menunjukkan hubungan positif dimana setiap penambahan ukuran sebesar 1 cm maka kadar Pb akan naik sebesar 0,43 dengan nilai koefisien determinasi 0,980 yang artinya 98,0%. Kenaikan Pb pada buah mangrove *Avicennia marina* seiring dengan bertambahnya ukuran buah ini di sebabkan karena adanya akumulasi logam Pb pada buah *Avicennia marina* maka dari itu di lakukan analisis BCF(Biokonsentrasi faktor).

Tabel 11. Analisis BCF(Biokonsentrasi Faktor) Logam Pb Pada Habitat Yang Berbeda Dengan Ukuran Yang Berbeda

Habitat	Ukuran buah	Kadar Pb (ppm)	Analisis BCF (L/kg)	Keterangan Daya Akumulasi
Hutan mangrove	1 cm	3.31	7.04	Rendah
	2 cm	3.80	8.09	Rendah
	3 cm	4.95	10.53	Rendah
Tambak	1 cm	2.33	7.52	Rendah
	2 cm	2.65	8.55	Rendah
	3 cm	3.19	10.29	Rendah

Diketahui jika :
 Pb air Hutan :0,47
 Pb air Tambak:0,31

Dari hasil perhitungan BCF(Biokonsentrasi faktor) di dapati bahwa pada habitat Hutan mangrove pada ukuran 1 cm, 2 cm dan 3 cm berturut- turut yaitu 7,04 L/kg, 8,09 L/kg dan 10,53 L/kg, sedangkan pada habitat Tambak BCF(Biokonsentrasi Faktor) pada ukuran 1 cm, 2 cm dan 3 cm berturut- turut yaitu 7,52 L/kg ,8,55 L/kg dan 10,29 L/kg. Akumulasi logam Pb pada buah pada ke dua habitat yaitu pada Hutan dan Tambak masih tergolong rendah karena tingkat Biokonsentrasi faktor kurang dari 250(L/kg) alam buah dan besar akumulasi logam Pb pada buah akan bertambah seiring bertambahnya ukuran buah mangrove *Avicennia marina* atau dengan kata lain Biokonsentrasi faktor pada ukuran 3 cm > 2 cm > 1 cm, sedangkan jika di lihat nilai biokonsentrasi faktor pada kedua habitat buah *Avicennia marina* tumbuh maka di dapat besar Biokonsentrasi pada Hutan lebih besar dari pada Tambak. Hal ini di dimungkinkan oleh beberapa faktor yaitu adanya perbedaan kualitas tanah(karena kadar logam Pb tanah pada Hutan mangrove lebih besar dari pada Tambak milik penduduk), suhu(suhu udara dan air pada habitat Hutan lebih tinggi dari habitat Tambak) dan intensitas sinar matahari(radiasi), hal ini sesuai menurut Soemirat(2003) Absorpsi unsur hara pada tumbuhan ditentukan oleh berbagai faktor biotik dan abiotik. Faktor biotik antara lain status hormonal, fase pertumbuhan, metabolisme, morfologi tumbuhan, densitas daun, bentuk daun (sempit atau lebar), berbulu atau berlapis, mudah tidaknya menjadi basah,

umumnya daun yang muda lebih sulit mengabsorpsi daripada yang sudah tua. Sedangkan faktor abiotik antara lain suhu, sinar/radiasi, kelembaban, dan kualitas tanah. Selain itu absorpsi Pb juga di tentukan oleh zat pengikat logam berat (Chelating agent) yang terdapat pada tumbuhan itu sendiri yaitu tanin dan Phytochelatins. Menurut Wisnubroto (2002), Tanin mempunyai kemampuan untuk menyerap logam berat akan tetapi mempunyai kelemahan larut dalam air. Kadar tanin rata- rata dalam buah mangrove pada analisis Proksimat pada Tabel 9 di dapati besar tanin pada habitat Hutan mangrove lebih besar dari pada habitat Tambak yaitu pada habitat Hutan sebesar 754 ppm sedangkan pada habitat Tambak sebesar 602 ppm.

Phytochelatin adalah oligomers glutathione, di produksi oleh enzim phytochelatin synthase. Mereka ditemukan pada tumbuhan, jamur, nematodes dan semua kelompok ganggang yang mencakup cynobacteria. Phytocelatins bertindak sebagai chelators, dan adalah penting untuk detoxification logam berat mreka disingka dengan PC2 sampai PC11. Phytochelatins mengangkut ion logam ke dalam vacuola tumbuhan, seemikian sehingga ion logam tebawa dan disimpan dengan aman jauh dari protei cytosol(Anonymous^b, 2011)

5.1.2.2. Analisis Kadar Tanin

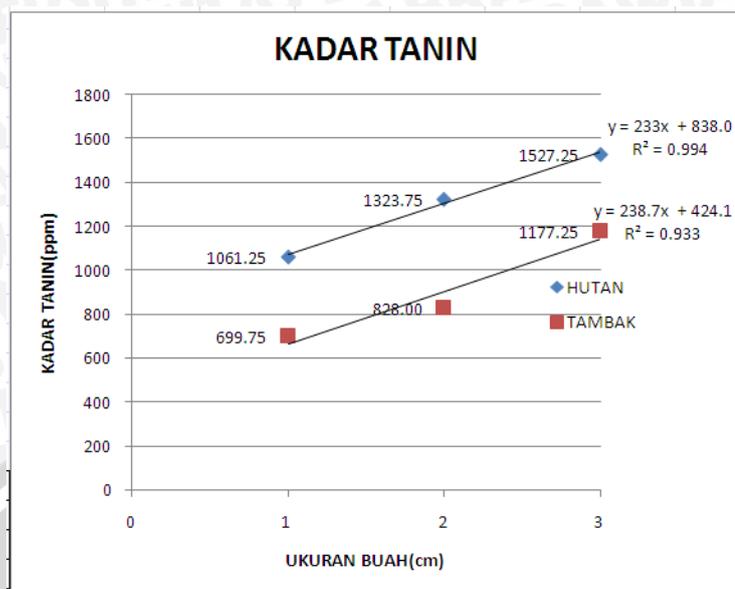
Dari hasil analisis Tanin pada buah *Avicennia marina* di dua habitat yang berbeda dan dengan ukuran yang berbeda diapati data yaitu pada habitat Hutan kadar logam Tanin dalam buah pada ukuran 1 cm, 2 cm dan 3 cm berturut- turut yaitu 1061.25 ppm, 1323.75 ppm dan 1527.25 ppm dan sedangkan pada habitat Tambak milik penduduk kadar logam Tanin dalam buah pada ukuran 1 cm, 2 cm dan 3 cm berturut- turut yaitu 699.75 ppm, 828 ppm dan 1177.25 ppm. Setelah di analisis menggunakan analisis keragaman(ANOVA) pada lampiran 7. Perlakuan pengambilan Kadar Tanin pada buah mangrove di dua habitat menunjukkan berbeda nyata dan besar kadar Tanin pada habitat Hutan mangrove

lebih besar dari kadar Tanin pada habitat Tambak milik penduduk, Sedangkan perlakuan pengambilan sampel pada ukuran buah yang berbeda setelah dianalisis menggunakan analisis keragaman(ANOVA) menunjukkan berbeda nyata setelah di uji lanjut menggunakan uji lanjut BNT dengan parameter ukuran didapati ukuran 1 cm berbeda nyata dengan ukuran 2 cm serta 2 cm berbeda nyata dengan 3 cm .sedangkan untuk hubungan atau interkasi antaa habitat dan ukuran yang berbeda tidak menunjukkan berbeda nyata adapun kadar Tanin pada habitat dan ukuran yang berbeda dapat dilihat pada tabel 10.

Tabel 12 . Kadar Tanin Pada Habitat Dengan Ukuran Yang Berbeda.

Habitat	Ukuran (cm)	Rata-rata Kadar Pb(ppm) \pm St.Dev
Hutan mangrove	1 cm	1061.25 \pm 115.866
	2 cm	1323.75 \pm 57.985
	3 cm	1527.25 \pm 128.648
Tambak	1 cm	699.75 \pm 28.593
	2 cm	828 \pm 74.842
	3 cm	1177.25 \pm 99.778

Pada Tabel 12 dapat dilihat bahwa rata-rata kadar Tanin pada dua habitat yang berbeda dan dengan ukuran yang berbeda. Kadar Tanin terkecil ada pada buah mangrove dengan habitat Tambak dan dengan ukuran 1cm yaitu sebesar 699,75 ppm, sedangkan kadar Tanin terbesar ada pada buah *Avicennia marina* dengan habitat Hutan dan dengan ukuran 3 cm yaitu sebesar 1527,25 ppm. Ilminingtyas dan Diah (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 (Acceptabl Daily Intake) dalam bahan makanan adalah sebesar 560 mg/kg berat badan/hari, berarti dapat dikatakan bahwa kadar tanin pada buah mangrove *Avicennia marina* ini memenuhi standar untuk aman dikonsumsi.

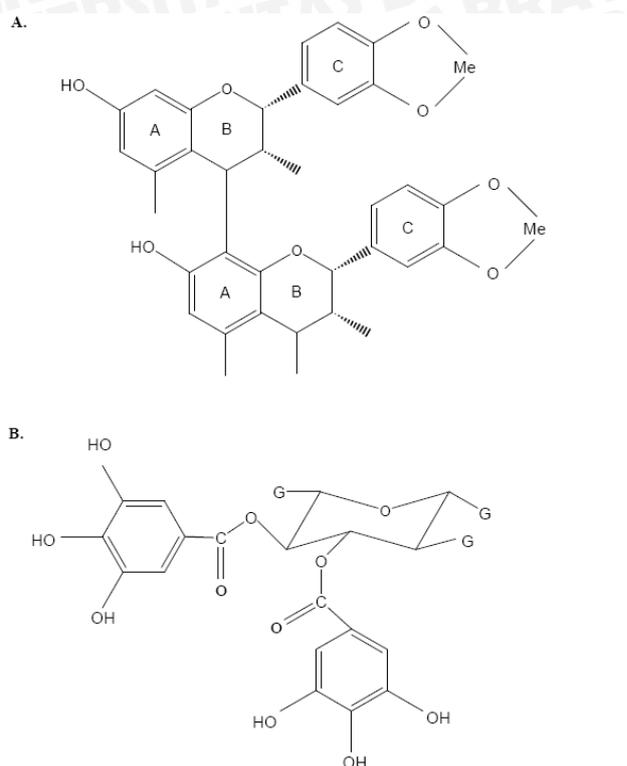


Gambar 14. Grafik regresi antara Kadar Tanin Pada Habitat dan Ukuran Yang Berbeda

Berdasarkan Gambar 14. Dapat dilihat persamaan regresi kadar Tanin antara sampling pada dua habitat yang berbeda dan dengan ukuran yang berbeda terhadap kadar Tanin yaitu pada habitat Hutan garis regresi $y = 233x + 838,0$ dengan R^2 sebesar 0,994. Persamaan ini menunjukkan hubungan positif dimana setiap pertambahan ukuran sebesar 1 cm maka kadar Tanin akan naik sebesar 233 dengan nilai koefisien determinasi 0,994 yang artinya 99,4% sedangkan pada habitat Tambak garis regresi $y = 238,7x + 424,1$ dengan R^2 sebesar 0,933. Persamaan ini menunjukkan hubungan positif dimana setiap pertambahan ukuran sebesar 1 cm maka kadar Tanin akan naik sebesar 238,7 dengan nilai koefisien determinasi 0,933 yang artinya 93,3%. Hal ini tidak sesuai menurut Kiswanto (2012), kadar tanin akan mencapai maksimum pada buah yang masih muda atau selama periode pertumbuhan dan perkembangan buah dan akan menurun selama pematangan buah. Pada buah yang sudah tua tanin akan mengalami polimerisasi menjadi senyawa dengan berat molekul tinggi dan tidak larut dalam air serta tidak dapat membentuk kompleks protein-tanin sehingga tidak menyebabkan rasa sepet lagi.

Selain itu menurut data pengamatan di dapat bahwa seiring bertambahnya kadar Pb maka kadar tanin dalam buah akan semakin tinggi. Hal ini sesuai dengan pernyataan wisnubroto (2002), Tanin mempunyai kemampuan untuk menyerap logam berat akan tetapi mempunyai kelemahan larut dalam air. Selain itu Tanin merupakan senyawa phenolic yang mudah didapat di tanaman (daun, kayu, buah-buahan, akar) serta mampu membentuk senyawa kompleks dengan protein, selulosa, mineral serta kanji.

Menurut Chin (2007). Polyphenols, terutama tanin, mereka dikenal baik secara in vitro mampu mengikat logam seperti besi (Fe) dan Pb Hampir semua tanin dan paling polyphenols mempunyai suatu catechol residu dua berurutan - OH menggolongkan pada cincin aromatik, mereka adalah pengikat logam yang sempurna. Polyphenols adalah antioksidan sempurna sebab mereka punya struktur yang ideal untuk mencari- cari radikal bebas. mereka Antioxidative Properti adalah dalam kaitan dengan kemampuan mereka untuk: (i) menjadi hidrogen dan donor elektron, (ii) stabilise dan delocalise elektron yang tidak dipasangkan reactive oxygen species ROS (dalam format radikal mereka), (iii) mengikat transisi metal-ions (Cu Dan Fe) yang dilibatkan generasi reactive oxygen species (ROS), (iv) mengubah lipid yang terbungkus dan ketidakstabilan selaput yang akan merintang difusi radikal bebas (v) menjadi involved dalam hydrogen peroksida mengalir mencai-cari di dalam sel tumbuhan.



Gambar 15. Contoh dari condensed A) dan Tanin Hyrolisat (B). Pada Condensed Tanin diatas Menunjukkan, Suatu contoh dari metal (Me) mengikat kepada dua group hidroksil (-OH) berurutan (Catechol residu) yang digambarkan(Chin L, 2007).

Tanin mempunyai efek berbeda pada sistem biologi sebab mereka adalah potensial chelators ion logam, agen protein yang mempercepat dan biologi antioksidan. sebab tanin dapat bekerja bervariasi seperti peran biologi dan oleh karena variasi struktural yang banyak antar tanin itu sehingga menjadi sukar. Berdasarkan ikatannya tanin dapat dikelompokkan menjadi *hidrolozable tanin* dan *condensed tanin*. *Hidrolizable tanin* merupakan senyawa tanin yang berikatan dengan karbohidrat dengan membentuk jembatan oksigen, oleh karena itu jenis tanin ini dapat dihidrolisis dengan menggunakan asam sulfat atau asam klorida. Sedangkan *condensed tanin* adalah jenis tanin yang tidak dapat terhidrolisis namun dapat terkondensasi menghasilkan asam klorida, contoh tanaman yang mengandung tanin jenis ini adalah sorgum (Hangerman,2002).

Bila dilihat dari sifat fisiknya tanin merupakan senyawa yang akan membentuk koloid jika dilarutkan di dalam air, selain itu tanin mempunyai rasa asam dan sepat. Tanin dapat mengendapkan protein dari larutannya dan akan bersenyawa dengan protein tersebut sehingga tidak dipengaruhi oleh enzim proteolitik. Sedangkan bila dilihat dari sifat kimianya tanin merupakan senyawa kompleks dalam bentuk campuran senyawa polifenol yang sukar dipisahkan sehingga sukar mengkristal (Najebb, 2009).

