

TUMBUHAN INDIKATOR

Izhar Khairullah dan Koesrini

A. Purun Tikus (*Eleocharis Dulcis*)

1. Ekologi Tumbuhan Purun Tikus

Tumbuhan purun tikus merupakan tumbuhan liar yang beradaptasi secara in situ di lahan rawa pasang surut bertanah sulfat masam. Tumbuhan ini termasuk dalam famili Cyperaceae (golongan teki) dan genus *Eleocharis* serta spesies *Eleocharis dulcis*. Di lahan rawa Kalimantan Selatan dan Kalimantan Tengah dapat ditemukan beberapa jenis tumbuhan liar yang termasuk dalam 181 bangsa dalam 51 famili (suku), yang terdiri atas tumbuhan liar golongan berdaun lebar 110 spesies, rumput 40 spesies, dan teki 31 spesies (Rahmayanti, 2012).

Habitat tumbuhan purun tikus dapat ditemukan di daerah terbuka di lahan rawa yang tergenang air pada ketinggian 0 sampai 1.350 m di atas permukaan laut. Tumbuhan purun tikus ini juga banyak tumbuh di daerah persawahan yang tergenang air. Tumbuhan purun tikus dapat tumbuh dengan baik pada suhu 30 sampai 35°C, dengan kelembapan tanah 98% hingga 100%. Tanah lempung atau humus dengan pH6,9-7,3 cocok untuk pertumbuhan purun tikus, bahkan tumbuhan ini mampu juga tumbuh dengan baik pada tanah masam dengan pH rendah (Rahmayanti, 2012).

Tumbuhan purun tikus dapat tumbuh dan berkembang sepanjang tahun pada lahan yang selalu basah atau berair, seperti lahan di tepi sungai dan saluran tersier. Tumbuhan ini termasuk jenis rumput yang dapat tumbuh pada lahan marginal yang basah dan berair (Brecht, 1998). Tumbuhan ini dapat ditemukan di lahan rawa kondisi tergenang air pada ketinggian 0-1.350 m di atas permukaan laut (dpl). Selain itu tumbuhan ini juga banyak ditemui di persawahan. Meskipun tanah yang adaptif untuk pertumbuhan purun tikus ini adalah tanah lempung atau humus dengan pH tinggi antara 6,9-7,3, tetapi tumbuhan ini juga sangat adaptif tumbuh dengan baik pada tanah masam (Flach dan Rumawas, 1996). Oleh karena itu, tumbuhan purun tikus ini bersifat spesifik lingkungan tumbuh seperti lahan rawa pasang surut bertanah sulfat masam yang dengan pH 2,5-3,5. Tumbuhan ini juga dapat digunakan sebagai salah satu indikator untuk tanah sulfat masam (Noor, 2004).

Priyatmadi, *et al.*, (2006) menyatakan, vegetasi purun tikus dapat tumbuh pada tanah dengan pH 3 dan kandungan aluminium dapat ditukar (Al_{ad}) 5,35me/100 g, kandungan sulfat larut (SO_4^{2-}) tinggi (0,90me/100g), dan kandungan besi larut (Fe^{2+}) 1,017 ppm. Dengan demikian, dapat dikatakan purun tikus mampu tumbuh pada kondisi tanah yang buruk. Hasil penelitian Rahman, *et al.*, (2017) menunjukkan bahwa analisis tanah yang berada dekat dari tumbuhan purun tikus memiliki kandungan Fe dan SO_4 yang rendah dibandingkan dengan tanah yang berada jauh dari tumbuhan purun tikus. Pada tanah yang jauh dengan purun tikus kandungan Fe dan SO_4 masing-masing sebesar 94,46 ppm dan 1104,24 ppm, sedangkan yang jauh dari tumbuhan purun tikus masing-masing sebesar 46,07 ppm dan 1.045,91 ppm.

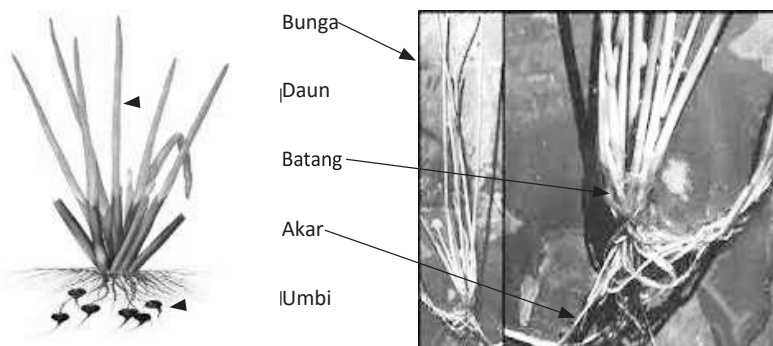
2. Morfologi dan Anatomi

Tumbuhan purun tikus merupakan tumbuhan spesifik daerah rawa (pasang surut) yang memiliki batang tegak, tidak bercabang, warna abu-abu hingga hijau mengkilat. Panjang batangnya antara 50-200 cm dengan ketebalan 2-8 mm. Daunnya mengecil sampai bagian basal, pelepah daunnya tipis seperti membrane, ujungnya asimetris, dan berwarna coklat. Tinggi tumbuhan bisa mencapai 150 cm, daun dan batangnya berwarna hijau, batangnya berbentuk silindris dengan diameter 2-3 mm, berakar rimpang warna putih kecoklatan.

Tumbuhan ini mempunyai rimpang yang pendek berstolon memanjang dengan ujung yang bulat gepeng berwarna kecoklatan hingga hitam. Batangnya tegak, tidak bercabang, berwarna keabuan hingga mengkilap. Panjang 50-200 cm dan tebalnya 2-8 mm. Daun mereduksi (mengerucut) menjadi pelepah daun yang berbentuk buluh seperti membran yang menyelubungi pangkal batang. Helaian daun seperti rudimeter, ujung daunnya tidak simetris, berwarna coklat kemerahan sampai lembayung, tanpa lidah daun. Bunganya dengan bulir majemuk yang terletak pada ujung batang dengan panjang 2-6 cm dan lebar 3-6 mm yang terdiri atas banyak bulir berbentuk silinder dan bersifat hermafrodit. Buahnya berbentuk bulat telur sungsang dan berwarna kuning mengilap sampai coklat (Van Steenis, 1988).

Morfologi tumbuhan ini dengan batang berbentuk bulat silindris dengan tinggi mencapai 150 cm, diameter 2-3 mm, tidak bercabang, dan berwarna hijau. Daun direduksi menjadi pelepah berbentuk buluh yang menyelubungi pangkal batang dengan helaian daun rudimeter. Bunga terletak pada bagian ujung batang. Sistem perakaran dengan akar rimpang berdiri vertikal atau miring yang rapat dengan batang. Tunasnya merayap panjang dan pada saat rimpang berumur 6-8 minggu akan membentuk anakan baru (Van Steenis, 1988).

Pembentukan bunga purun tikus yang tingginya kurang lebih 15 cm terjadi setelah anakan muncul di atas permukaan air. Setelah berbunga, akar akan membentuk rimpang baru pada bagian ujung stolon yang panjangnya sekitar 12,5 cm. Rimpang akar tidak produktif lagi setelah berumur 7-8 bulan, sehingga batang mulai mengering dan perlahan-lahan akan mati (Badan Litbang Pertanian, 2011; Rahmayanti, 2012).



Gambar 46. Morfologi Tumbuhan Purun Tikus (*Eleocharis Dulcis*)

Sumber: Belami, *et al.*, (2014) dan [https://www.google.com/search?q= anatomi+ tumbuhan +purun+tikus&safe](https://www.google.com/search?q=anatomi+tumbuhan+purun+tikus&safe) (Diakses pada 17 Juni 2020)

Tumbuhan purun tikus dengan tinggi dapat mencapai 150 cm, daun dan batang berwarna hijau, batang berbentuk silindris berdiameter 2-3 mm, berakar rimpang warna putih-kecoklatan. Habitat alaminya tumbuh di lahan rawa pasang surut bertanah sulfat masam yang secara taksonomi sebagai berikut (FloraBase, 2013).

Kelas : Monocotyledonese

Bangsa : Cyperales

Suku : Cyperaceae

Marga : Eleocharis

Spesies : *Eleocharis dulcis* (Burm.f.) Trinius ex. Henschell

3. Pemanfaatan Purun Tikus

Tumbuhan purun tikus merupakan salah satu tumbuhan liar di lahan rawa yang disukai oleh penggerek batang padi putih untuk meletakkan telurnya. Selain purun tikus juga ditemukan kelakai, perupuk, bundung, dan purun kudung. Dari kelima macam tumbuhan tersebut, telur penggerek batang padi putih paling dominan ditemukan pada tumbuhan purun tikus.

Pada area yang tidak ditumbuhi purun tikus, petani sering membersihkan gulma di sekitar pertanaman. Akibat serangan penggerek batang padi putih pada lahan yang berdekatan dengan tumbuhan purun tikus, intensitas kerusakan tanaman padi sangat kecil hanya berkisar antara 1,5-2,5%, sedangkan pada lahan yang tidak ditumbuhi purun tikus kerusakannya lebih besar yaitu antara 25-55%. Oleh karenanya, keberadaan tumbuhan purun tikus perlu dipertahankan untuk mengendalikan hama penggerek batang padi putih secara alami.

Rendahnya intensitas kerusakan padi akibat serangan hama penggerek batang padi putih pada lahan yang berdekatan dengan tumbuhan purun tikus diduga karena penggerek batang padi putih tersebut lebih tertarik meletakkan telurnya pada purun tikus dibandingkan pada batang padi. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa jumlah kelompok telur pada tumbuhan purun tikus (6.775-7.793 telur/ha) lebih sedikit dibandingkan pada tanaman padi (77.188 telur/ha) (Asikin dan Thamrin, 2011).

Telur penggerek batang padi putih yang diletakkan pada batang tumbuhan purun tikus akan menetas menjadi larva dan selanjutnya

menjadi imago (ngengat) dan ini akan bertelur kembali. Penggerek batang padi putih dapat menyelesaikan siklus hidupnya pada batang purun tikus. Kelompok telur penggerek batang padi putih pada batang purun tikus tidak perlu dikendalikan karena selain tidak menyerang pertanaman padi, juga dapat batang purun tikus menjadi inang serangga musuh alami, seperti *Telenomus rowani* dan *Tetrastichus schoenobii* (Thamrin, *et al.*, 2001).

Ekstrak tumbuhan purun tikus dan tumbuhan perupuk berpotensi sebagai atraktan bagi penggerek batang padi putih. Menurut Asikin dan Thamrin (2002), penggerek batang padi putih lebih suka meletakkan telurnya pada purun tikus yang disemprotkan dengan ekstrak tumbuhan purun tikus dalam bentuk segar. Ekstrak murni dari tumbuhan purun tikus yang dicairkan dan kemudian diaplikasikan pada tanaman padi paling banyak merangkap telur penggerek batang padi putih dibandingkan dengan perlakuan lainnya.

Menurut Thamrin, *et al.*, (2004), ekstrak aktif purun tikus yang dilengkapi dengan VLC (*vacuum liquid chromatography*) pada fase gerak dengan tingkat polaritas berbeda menghasilkan sembilan fraksi. Setelah dilakukan penggabungan terhadap profil kromatografi lapis tipis (KLT) yang sama diperoleh empat fraksi. Preferensi imago penggerek batang padi putih terhadap empat fraksi purun tikus menunjukkan fraksi 2 dan 3 bersifat aktif, yang terdiri atas gugus alkil dan alkena.

Purun tikus efektif menyerap besi (Fe), aluminium (Al), dan sulfat (SO_4) yang sering menjadi masalah dalam pemanfaatan lahan sawah di lahan sulfat masam. Selain itu tumbuhan ini juga mampu menyerap logam berat seperti timbal (Pb), merkuri (Hg), dan kadmium (Cd). Pemanfaatan purun tikus untuk perbaikan kualitas air di lahan sawah lahan sulfat masam juga terbukti efektif sebagai biofilter.

a. Biofilter

Kualitas air yang tergolong rendah di lahan rawa pasang surut menjadi salah satu faktor pembatas untuk peningkatan kualitas lahan rawa. Kualitas air ini diindikasikan oleh pH <3,5 (asam) dan adanya unsur-unsur yang bersifat racun seperti besi (Fe), aluminium (Al), dan SO_4 (sulfat). Salah satu pendekatan teknologi yang mudah dan efisien untuk meningkatkan kualitas air di lahan rawa pasang surut adalah dengan

teknologi biofilter yang berfungsi menyaring dan menyerap unsur beracun yang ada di dalam air tersebut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tumbuhan purun tikus dapat digunakan sebagai biofilter untuk meningkatkan kualitas airnya (Indrayati, 2011).

Tumbuhan purun tikus dapat dimanfaatkan sebagai biofilter untuk memperbaiki kualitas air di lahan rawa pasang surut khususnya pada musim kemarau. Biofilter ini akan menyerap senyawa yang bersifat racun seperti besi (Fe) dan sulfat (SO_4) dalam saluran air masuk (irigasi) dan saluran air keluar (drainase). Tumbuhan purun tikus ditata dan ditanam pada saluran air masuk dan keluar untuk mencegah masuknya unsur beracun ke dalam petakan sawah. Tumbuhan purun tikus juga dapat menaikkan pH air sekitar 0,1-0,3 unit dan menurunkan Fe dan SO_4 masing-masing sebesar 6-27 ppm dan 30-75 ppm (Rahmayanti, 2012). Selain itu, dalam jaringan akar purun tikus mengandung Fe sebesar 2,115% dan SO_4 sebesar 1,534% serta pada jaringan batang sebesar 0,65% untuk Fe dan 1,71% untuk SO_4 (Indrayati, 2011; Balittra, 2006).

Purun tikus dapat juga berfungsi sebagai fitoremediasi di lahan pasang surut sulfat masam. Fitoremediasi diartikan sebagai pencucian bahan pencemar yang dimediasi oleh tumbuhan, termasuk pohon, rumput-rumputan, dan tumbuhan air. Pencucian bisa pula berarti penghancuran, inaktivasi atau imobilisasi pencemar ke bentuk yang tidak berbahaya (Chaney, *et al.*, 1998). Hasil penelitian di lapangan menunjukkan bahwa semakin besar rasio luas tutupan tumbuhan purun tikus terhadap lahan sawah, semakin kecil konsentrasi Fe pada air drainase. Rasio 10% dianggap cukup baik untuk menekan konsentrasi Fe pada saluran air keluar (drainase). Pengaruh rasio luas purun tikus dengan lahan sawah terhadap konsentrasi SO_4 pada air drainase menunjukkan bahwa rasio luas 10% cukup baik dalam menekan konsentrasi SO_4 (Balittra, 2010).



Gambar 47. Purun Tikus sebagai Biofilter dalam Saluran Air Masuk (Irigasi) dan Saluran Air Keluar (Drainase) di Lahan Pasang Surut Sulfat Masam

Sumber: Balittra (2006); Indrayati (2011)

b. Penyerapan Besi (Fe), Aluminium (Al), dan Sulfat (SO₄)

Sebagai biofilter, purun tikus dapat menyerap Fe sebesar 1.559,50 ppm dan SO₄ sebesar 13,68 ppm sehingga dapat meminimalisir unsur yang bersifat racun tersebut serta kemasaman tanah pada tanah sulfat masam (Tabel 21) (Jumberi, *et al.*, 2004). Berdasarkan penelitian Suriadikarta dan Abdurachman (2000), purun tikus dapat menyerap Fe dan Mn sekitar 1.386 dan 923 ppm. Selanjutnya Krisdianto, *et al.*, (2006) melaporkan purun tikus dapat menurunkan kandungan Fe dalam tanah pada petak yang ditanami padi yang sumber airnya berasal dari limbah tambang batu bara, dengan serapan Fe rata-rata 1,18 mg/l. Padi yang ditanam bersama tumbuhan purun tikus pada sawah yang sama memiliki jumlah anakan lebih banyak dibandingkan yang ditanam tanpa purun tikus. Sementara Khairullah, *et al.*, (2021) menyebutkan bahwa kompos purun tikus mengandung Fe (0,278%) lebih tinggi dibandingkan dengan kompos jerami (0,182%) yang dikomposkan pada waktu dan kondisi yang sama.

Tabel 21. Konsentrasi Besi (Fe) dan Sulfat (SO₄) dalam Jaringan Tumbuhan Liar di Lahan Rawa pada Beberapa Stadia Umur

| Tumbuhan Liar | Unsur (ppm) | Konsentrasi (ppm) | | |
|------------------------------------------------|-----------------|-------------------|--------------|-------------|
| | | Anakan | Tanaman Muda | Tanaman Tua |
| Purun tikus | Fe | 1.559,50 | 347,40 | 303,70 |
| | SO ₄ | 12,63 | 13,68 | 11,91 |
| Bulu babi | Fe | 833,99 | 952,12 | 873,09 |
| | SO ₄ | 10,25 | 12,11 | 13,07 |
| Rumput segitiga (<i>Cyperus rotundus</i>) | Fe | 80,00 | 191,91 | 956,13 |
| | SO ₄ | 5,41 | 8,28 | 8,63 |
| Hiring-hiring (<i>Rynchospora corymbosa</i>) | Fe | - | - | - |
| | SO ₄ | 7,88 | 8,51 | 4,62 |

Sumber: Jumberi, *et al.*, (2004)

Penggunaan biofilter merupakan salah satu alternatif mengurangi unsur beracun dan kemasaman pada perairan, khususnya air di lahan sulfat masam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa beberapa tumbuhan liar atau gulma air memiliki kemampuan menyerap besi maupun sulfat dalam jumlah besar dalam jaringannya. Pemilihan biofilter yang digunakan didasarkan pada hasil pengujian awal kemampuan tumbuhan liar yang tumbuh baik di lahan sulfat masam dalam menyerap unsur-unsur beracun seperti Fe dan SO₄. Hasil pengujian selanjutnya menunjukkan bahwa purun tikus dan bulu babi berpotensi sebagai biofilter karena memiliki kemampuan yang besar dalam menyerap unsur Fe dan SO₄ (Tabel 21).

Penelitian lainnya di lahan lebak menunjukkan bahwa kandungan Fe yang terdapat pada jaringan tumbuhan purun tikus pada umur dewasa (305,98 ppm) lebih tinggi dibandingkan dengan umur purun muda (165,21 ppm) dan umur tua (209,71 ppm). Demikian juga dengan serapan aluminium (Al), kandungan Al yang terdapat pada jaringan tumbuhan purun tikus umur dewasa lebih tinggi dibandingkan purun tikus umur muda dan tua. Kandungan Al pada purun tikus umur dewasa sebanyak 305,98 ppm, sedangkan pada umur muda dan tua masing-masing hanya sebesar 165,21 ppm dan 209,71 ppm Al. Tanah yang dekat tumbuhan purun tikus mengandung Fe dan SO₄ masing-masing 46,1 ppm Fe dan 1.046 ppm SO₄ lebih rendah tanah yang jauh dari purun

tikus yang masing-masing mengandung 94,5 ppm Fe dan 1.104,4 ppm SO_4 (Rahman, *et al.*, 2017). Dengan demikian, ada pengaruh serapan purun tikus terhadap Fe dan sulfat.

c. Penyerapan Timbal (Pb)

Logam berat merupakan unsur logam yang mempunyai massa jenis lebih besar dari 5 g/cm^3 (Subowo, *et al.*, 1999). Logam berat sebagai zat pencemar yang berbahaya karena memiliki sifat tidak dapat terdegradasi secara alami dan cenderung terakumulasi dalam air, sedimen dasar perairan, dan tubuh organisme (Harun, *et al.*, 2008). Timbal (Pb) merupakan salah satu jenis logam berat yang dapat bersifat toksik bagi tanaman, hewan, atau manusia.

Timbal masuk ke dalam jaringan tanaman melalui proses penyerapan pasif atau biosorpsi. Proses biosorpsi bersifat bolak-balik dan terjadi dalam waktu yang cepat. Proses ini terjadi pada permukaan sel, baik sel hidup maupun sel mati dari suatu organisme. Proses biosorpsi akan berlangsung lebih efektif jika didukung oleh pH dan ion lainnya pada media di mana logam berat terendap sebagai garam yang tidak terlarut (Onrizal, 2005). Unsur timbal yang diserap oleh akar dapat berpengaruh buruk bagi tanaman tersebut seperti terjadinya penurunan pertumbuhan dan produktivitas, klorosis, daun menguning, dan bahkan dapat menyebabkan kematian tanaman. Penelitian yang dilakukan oleh Wiadnya (2005) menggunakan tumbuhan semanggi air (*Marsilea crenata*) dengan konsentrasi ion Pb^{2+} dan Cu^{2+} yang berbeda menunjukkan bahwa semanggi air mampu menyerap ion Pb^{2+} dan Cu^{2+} . Hal ini ditandai dengan perubahan pada daun tumbuhan semanggi air yang mengalami perubahan menjadi menguning yang mengindikasikan terjadinya keracunan. Dari hasil penelitian tersebut, diketahui bahwa hampir semua jenis tumbuhan air mampu menyerap logam berat. Menurut Mengel dan Kirkby (1987) nilai ambang batas logam timbal (Pb) pada tanaman berkisar antara 10 hingga 20 $\mu\text{g/g}$. Hasil analisis jaringan menunjukkan bahwa logam berat yang diserap oleh tumbuhan purun tikus masih berada di bawah nilai ambang batas tersebut sehingga masih digolongkan aman bagi tanaman.

Menurut Astuti (2008), tumbuhan purun tikus mampu menyerap logam berat timbal (Pb) dan kadmium (Cd) pada limbah cair industri kelapa sawit. Purun tikus mampu menyerap timbal pada bagian akarnya

sebesar 0,32-0,54 ppm dan pada batangnya sebesar 0,24-0,27 ppm. Konsentrasi timbal pada bagian akar lebih tinggi dibandingkan dengan bagian batang. Hal ini terjadi karena akar langsung berhubungan dengan air limbah dan sedimen yang berada pada bagian dasar perairan. Selain itu, pada bagian akar ada upaya untuk melokalisasi bahan toksik yang masuk ke dalam jaringan tanaman. Dengan demikian, hal ini dapat mencegah terjadinya keracunan. Sebaliknya akan dapat melancarkan proses metabolisme dan mengikat logam berat tersebut dalam molekul khelat (Fidler dan Hay, 1991). Raka dan Sundra (2002) menyebutkan bahwa kepekaan suatu tanaman dalam mengakumulasi logam berat dapat digunakan sebagai salah satu bioindikator pencemaran lingkungan.

Purun tikus dapat mengakumulasi logam timbal (Pb) dalam perairan melalui penyerapan oleh akar. Akar menghasilkan senyawa peptida, yaitu fitokelatein yang lebih banyak dibandingkan dengan bagian daun. Pada tumbuhan, sebagian logam berat tersebut akan disimpan dalam vakuola dan sebagian lagi diikat oleh fitokelatein. Ion timbal akan diikat oleh atom belerang pada sistem yang ada dalam fitokelatein (Alfian, 2001).

Purun tikus mampu menyerap logam berat Pb pada limbah cair industri kelapa sawit dan berada di bawah ambang batas logam berat pada tanaman. Purun tikus mampu menyerap timbal pada limbah cair industri kelapa sawit melalui akar dan disimpan pada akar sebesar 0,32–0,54 ppm dan pada batang 0,24–0,27 ppm (Astuti, 2008). Mengel dan Kirkby (1987) menyatakan ambang batas serapan Pb sebesar 10-20 µg/g. Bagian akar tanaman lebih banyak mengakumulasi logam berat Pb dibandingkan bagian batang karena akar berada di permukaan lapisan tanah sehingga penyerapan logam berat Pb lebih optimal mempunyai potensi besar untuk dimanfaatkan sebagai biofilter dalam sistem pengolahan limbah.

d. Penyerapan Merkuri (Hg)

Penyerapan merkuri pada kondisi alami pada tumbuhan terjadi melalui dua cara, yaitu: (1) penyerapan pasif yang terjadi ketika ion tersebut terikat dinding sel; penyerapan terjadi melalui pertukaran ion monovalen dan divalen pada dinding sel yang digantikan oleh ion logam berat, dan pada dinding sel terdapat formasi kompleks antara ion logam berat dengan gugus fungsi seperti karbon, amino, tiol, hidroksi,

fosfat, dan hidroksi karbonil; dan (2) proses aktif sejalan dengan konsumsi ion logam untuk pertumbuhan mikroorganisme; proses ini dapat dihambat oleh suhu rendah, tidak tersedianya sumber energi dan inhibitor metabolisme sel; proses ini terbatas karena akumulasi ion dapat meracuni mikroorganisme (Suhendrayatna, 2001).

Konsentrasi Hg pada bagian akar purun tikus lebih tinggi dibandingkan pada bagian batang. Hal ini diduga karena adanya aliran massa atau difusi oleh akar yang menyerap Ca^+ dan Mg^+ , sedangkan Hg yang menempel di permukaan akar karena tidak diperlukan oleh tumbuhan (Azizah, 2009). Hal ini antara lain karena akar tumbuhan air memiliki rongga akar (kortek) yang besar sehingga akan mempercepat penyerapan ion secara aktif oleh akar. Ion tersebut akan masuk melalui epidermis dan selanjutnya ditransportasikan ke sitoplasma atau sel-sel jaringan akar melewati epidermis. Menurut Agustina (2004) ion-ion ini selanjutnya akan masuk ke dalam protoplasma antarsel dan jaringan akar, seperti perisikel, korteks, endodermis, dan xilem.

Kandungan merkuri di bagian akar purun tikus berkisar dari $0,49 \pm 0,44$ mg/kg sampai $2,10 \pm 0,63$ mg/kg (Azizah, 2009), sedangkan di bagian batang berkisar dari $0,20 \pm 0,08$ mg/kg sampai $1,80 \pm 1,01$ mg/kg. Kandungan Hg di bagian akar purun tikus lebih tinggi dibandingkan dengan bagian batang. Hal ini diduga terjadi karena adanya proses aliran massa atau difusi oleh akar tumbuhan yang menyerap kation terutama Ca^{2+} dan Mg^{2+} , sedangkan merkuri akan tertinggal di permukaan akar karena tidak diperlukan oleh tumbuhan. Hal ini karena menurut Agustina (2004) akar tumbuhan air memiliki rongga akar (kortek) yang besar sehingga menyebabkan proses penyerapan lebih banyak dan cepat. Penyerapan ion dalam jaringan akar ini terjadi secara aktif di mana ion-ion masuk dari epidermis ke dalam sitoplasma atau sel-sel jaringan akar melewati epidermis. Dari epidermis ion-ion masuk ke dalam protoplasma antarsel dan jaringan akar antara lain endodermis. Pada endodermis terdapat adanya pita caspary yang bersifat sulit ditembus air sehingga akumulasi partikel lebih berat di dalam akar. Adanya pita caspary menjadi pengendali penyerapan ion-ion oleh akar.

Keberadaan merkuri dengan jumlah yang lebih besar diduga karena kemampuan tumbuhan mengakumulasi logam berat ini lebih besar. Hal ini diduga karena waktu kontak dan waktu tinggal yang lebih lama dengan lingkungan yang merupakan variabel berpengaruh

nyata terhadap akumulasi logam berat oleh organisme (Budiono, 2003). Adanya logam merkuri (Hg) dalam batang purun tikus karena menyerap unsur hara beserta logam tersebut yang berasal dari xilem akar. Lakitan (1995) menyebutkan bahwa air diserap tanaman melalui akar bersama dengan unsur hara yang terlarut di dalamnya kemudian diangkut ke bagian atas tanaman melalui pembuluh xilem pada akar, batang, dan daun.

Hasil penelitian lain yang dilakukan oleh Belami, *et al.*, (2014) menunjukkan bahwa purun tikus mampu menurunkan kadar merkuri (Hg) pada air limbah tambang emas. Purun tikus efektif dalam menurunkan logam berat merkuri (Hg) lebih dari 50%, yaitu sebesar 99,84% pada perlakuan hari ke-15 dengan tanaman sebanyak 3 kg. Purun tikus yang tumbuh pada tanah sulfat masam di saluran air primer, sekunder, dan tersier Kecamatan Alalak, Kabupaten Barito Kuala mengandung merkuri (Hg) dengan kisaran 0,20 sampai 2,10 mg/kg, nilai ini belum melewati ambang batas maksimum kandungan merkuri pada tanaman (Prihatini, *et al.*, 2011). Kandungan logam berat Hg dan Pb pada bagian akar lebih banyak dibanding pada bagian batang purun tikus.

e. Penyerapan Kadmium (Cd)

Kandungan logam berat dalam tanah akan berdampak pada adanya logam berat dalam tanaman. Logam berat dalam bentuk ion atau terlarut akan mudah terjerap dalam jaringan tanaman. Logam berat yang terikat dalam tanaman pangan seperti padi akan berbahaya bagi kehidupan. Oleh karena itu, perlu mengkhelat logam berat dalam tanah untuk menghindari terjerapnya logam berat dalam tanaman.

Kadmium merupakan logam berat yang sangat toksik setelah merkuri (Hg) (Connel dan Miller, 1995). Kadmium (Cd) sering digunakan sebagai bahan utama atau tambahan materi dalam industri. Salah satu upaya mengurangi kerusakan tanah akibat akumulasi logam berat yang tinggi adalah dengan memanfaatkan tanaman yang dapat menyerap logam berat (fitoremediasi). Dewi, *et al.*, (2009) melaporkan bahwa terdapat enam jenis tumbuhan air di lahan rawa, yaitu bundung ganal, purun tikus, karapiting, bundung, hiring-hiring, dan purun kudung yang berpotensi sebagai hiperakumulator terhadap logam berat kadmium. Purun tikus juga berpotensi menyerap logam berat kadmium sehingga kandungannya dalam air dapat berkurang.

B. Gelam (*Melaleuca Leucadendron*)

1. Ekologi Tumbuhan Gelam

Gelam (*Melaleuca leucadendron* Linn) merupakan jenis tumbuhan pepohonan yang dapat hidup di daerah rawa atau hutan sekunder yang berbatasan dengan rawa. Tumbuhan gelam dapat ditemui di berbagai daerah mulai dari Pulau Sumatera, Jawa, Bali, Kalimantan, Sulawesi, Maluku, dan Papua. Di Indonesia tanaman ini dikenal dengan nama gelam. Nama gelam di beberapa daerah dikenal dengan sebutan Inggolom (Batak), kayu putih (Timor), galam (Dayak), gelam (Sunda dan Jawa), ghelam (Madura), baru galang (Makasar), waru gelang (Bugis), Iren (Seram), ai kelane (Ambon), dan elan (Buru). Secara alami, gelam hidup berkoloni dan mendominasi suatu kawasan terutama di tepi sungai dan merupakan hutan homogen. Tumbuhan ini membutuhkan cahaya matahari penuh, curah hujan rendah sampai tinggi (Fahira, 2016; Pramono, *et al.*, 2016).

Tumbuhan gelam merupakan jenis pohon yang mempunyai adaptasi yang baik di lahan rawa. Hasil eksplorasi yang dilakukan Bastoni, *et al.*, (2010) menunjukkan bahwa sebaran pohon gelam terdapat pada seluruh tipe lahan rawa yang terdapat di Sumatera Selatan, baik lahan rawa pasang surut maupun lebak. Lahan rawa pasang surut yang ditumbuhi gelam berupa lahan sulfat masam aktual dan potensial dengan tipe luapan air A, B, C, dan D. Selain itu, lahan rawa gambut dangkal, gambut sedang, dan gambut dalam. Hasil observasi di lahan rawa Kalimantan Selatan, pohon gelam juga dijumpai baik di lahan rawa pasang surut maupun rawa lebak. Tumbuhan gelam tahan atau toleran terhadap kondisi lahan yang ekstrem masam dan salinitas (kegaraman) tinggi (Junaidi dan Yunus, 2009). Pada kemasaman tanah tinggi (pH<4,5), gelam masih mampu tumbuh dan berkembang biak dengan baik. Tanaman gelam menjadi salah satu penciri bahwa tanah di lingkungan hidupnya adalah bersifat masam.

Berdasarkan klasifikasi tumbuhan gelam dimasukkan ke dalam spesies *Melaleuca leucadendron*, genus *Melaleuca*, famili *Myrtaceae*, ordo *Myrtales*, kelas *Magnoliopsida*, divisi *Magnoliophyta*, kerajaan *Plantae* (www.id.m.wikipedia.org). Ada dua jenis gelam yaitu gelam rawa (*Melaleuca leucadendron* Linn) dan gelam minyak kayu putih (*Melaleuca cajuputi* Roxb). Secara morfologi kedua jenis gelam tersebut mirip, yang

membedakan adalah kandungan minyak atsiri. Gelam minyak kayu putih lebih banyak mengandung minyak kayu putih dibandingkan gelam rawa. Gelam rawa di Kabupaten Barito Kuala terdapat dua jenis, yaitu gelam tembaga dan gelam putih. Gelam tembaga tumbuh di tepi-tepi sungai dengan penciri memiliki kulit kayu lebih tipis dan lebih licin dibandingkan gelam putih. Gelam putih tumbuh pada daerah yang agak ke jauh dari sungai (Karim, 2003).



Gambar 48. Hutan Gelam di Lahan Rawa Pasang Surut dan Rawa Lebak

Sumber: Dokumentasi Balittra

2. Morfologi Tumbuhan Gelam

Tumbuhan gelam mengalami perkembangan struktur morfologi dimulai dari kecambah sampai tumbuhan dewasa. Pada tulisan ini akan diuraikan perkembangan struktur morfologi tumbuhan yang terdiri dari akar, batang, daun, buah, dan biji.

a. Akar, Batang, dan Daun

Sistem perakaran termasuk akar tunggang (*radix primaria*), yaitu perkembangan akar berasal dari lembaga akar. Akar mengalami perkembangan dari akar utama akan keluar akar cabang yang nantinya akan bercabang lagi. Akar gelam memiliki akar tunggang, akar lateral, dan akar sekunder. Akar tunggang tumbuh lurus ke bawah, akar lateral tumbuh pada leher akar saat awal pertumbuhan (Famipa Andalas, 2015).

Batang merupakan salah satu organ yang sangat penting pada tumbuhan sebagai tempat melekat dan tumbuhnya organ lain (daun dan cabang). Berdasarkan panduan praktikum morfologi tumbuhan (Famipa Andalas, 2015), habitat tumbuhan gelam dikategorikan sebagai pohon, yaitu memiliki batang berkayu, tumbuhan berukuran besar, dan

percabangan jauh dari tanah dengan percabangan yang menggantung ke bawah. Tinggi bebas cabang dapat mencapai 60% (Karim, 2003). Tipe percabangan batang termasuk dichotomous dengan penampang melintang batang berbentuk bulat (teres). Batang terbungkus dengan kulit tipis berlapis-lapis, sehingga membentuk kulit yang tebal, berwarna kekuning-kuningan dan amat mudah lepas. Bila lapisan kulit tebal tersebut kering akan bersifat gabus, sehingga tidak mudah menyerap air. Muchlich, *et al.*, (2013) dalam Rahmatika (2010) melaporkan bahwa tinggi pohon gelam dapat mencapai ketinggian 40 m dengan diameter 35 cm, kayunya keras termasuk kelas awet III dan kelas kuat II.

Pohon gelam memiliki daun tunggal, agak tebal, bertangkai pendek, letak berseling. Helaian daun berbentuk jorong atau lanset, panjang 4,5-15 cm dengan lebar 0,75-4,0 cm, ujung dan pangkalnya runcing, tepi daun rata, tulang daun hampir sejajar. Permukaan daun berambut, warna hijau kelabu sampai hijau kecoklatan. Daunnya jika diremas atau dimemarkan akan mengeluarkan aroma minyak kayu putih.



Gambar 49. Perkecambahan Biji Gelam (Gambar Kiri), Morfologi Batang (Gambar Tengah), Morfologi Daun Gelam (Gambar Kanan)

Sumber: www.google.com (gambar kiri), dokumentasi Balittra (gambar tengah dan kanan)

b. Bunga, Buah, dan Biji

Bunga tanaman gelam berwarna putih tumbuh pada pucuk ranting pohon dengan diameter 0,2 mm dan panjang bunga 1,0 cm. Bunga gelam termasuk bunga majemuk bentuk bulir, bunga berbentuk lonceng, daun mahkota warna putih, kepala putik berwarna putih kekuningan, keluar di ujung percabangan. Buah berbentuk kapsul, keras berwarna coklat muda sampai coklat tua dengan panjang 2,5-3,0 mm dan lebar

3,0-4,4, mm. Biji gelam halus, sangat ringan seperti sekam, berwarna kuning (Rahmatika, 2010).

Biji gelam terdapat pada buah yang berbentuk kapsul. Biji gelam termasuk ke dalam benih yang mampu tersimpan lama hingga beberapa tahun dikenal dengan istilah *canopy seed storage* (Harris & Pannell, 2010) dan menempel pada tangkai daun yang sekaligus tangkai buah. Perkecambahan benih gelam membutuhkan periode pencahayaan 12 jam per hari. Periode pencahayaan yang semakin berkurang mengakibatkan daya dan kecepatan berkecambah juga semakin menurun. Benih dengan sifat demikian dikategorikan memiliki *dormancy enforce* atau dormansi relatif di mana benih tersebut dorman karena faktor lingkungan (suhu dan cahaya) dan dormansi dapat diatasi setelah faktor lingkungan yang menghambatnya dihilangkan (Mayer dan Mayber dalam Sudrajat, 2016). Sudrajat (2016) melaporkan bahwa letak posisi biji pada tangkai buah berpengaruh terhadap persentase perkecambahan benih. Benih yang berasal dari tangkai buah ke-2 dan 3 memiliki daya tumbuh lebih tinggi dibandingkan dari benih yang berasal dari tangkai buah 1.



Gambar 50. Bunga Gelam (Kiri), Posisi Bunga dan Buah (Tengah), Buah Gelam (Kanan)

Sumber: dokumentasi Balittra

Budi daya gelam secara generatif menggunakan biji memang agak sulit dilakukan, karena sifat dormannya. Secara alami biji gelam akan tumbuh pada musim hujan pada kawasan yang mengalami kebakaran pada musim kemarau dan kawasan dengan tanahnya tergenang masam. Perbanyak tanaman gelam dilakukan secara generatif dan vegetatif. Selama ini perbanyak gelam sebagian besar mengandalkan perbanyak secara generatif menggunakan biji secara alami, yaitu mengandalkan tumbuhnya biji gelam setelah mengalami proses kebakaran (biji tumbuh

setelah mengalami kebakaran) dan secara vegetatif dari anakan atau trubusan yang ada pada batang. Hal ini mengakibatkan pertumbuhan gelam alami tidak terseleksi sejak awal sehingga kayu yang tumbuh tidak lurus, namun bengkok-bengkok. Pertumbuhan tanaman gelam yang berasal dari biji memiliki bentuk tanaman umumnya lurus dan mempunyai bentuk percabangan monopodial, sedangkan yang dari trubusan mempunyai bentuk batang cenderung bengkok dengan bentuk percabangan simpodial (Karim, 2003). Untuk itu pemilihan biji gelam yang berkualitas perlu dilakukan agar bentuk tanaman lurus tidak bercabang, sehingga menghasilkan kayu yang berkualitas.

Biji gelam memiliki sifat dormansi. Biji gelam memerlukan perlakuan suhu panas dan kondisi media masam (pH rendah) agar dapat berkecambah. Mengadopsi dengan kondisi alami ini Arifin, *et al.*, (2015) melakukan penelitian dengan menumbuhkan biji gelam yang sudah disangrai (dipanaskan dalam wajan tanpa minyak) kemudian direndam dengan larutan masam (cuka kayu). Biji gelam yang mendapat perlakuan tersebut lebih mudah tumbuh dibandingkan dengan tanpa perlakuan.

Sudrajat (2016) melaporkan media perkecambahan yang terbaik untuk menumbuhkan benih gelam adalah campuran pasir dan arang sekam dengan perbandingan berdasarkan volume (1:1). Bastoni, *et al.*, (2010) melaporkan bahwa penampilan pertumbuhan bibit gelam yang berasal dari perkecambahan benih lebih baik dibandingkan dengan penampilan pertumbuhan bibit gelam yang berasal dari cabutan anakan alam.



Gambar 51. Pertumbuhan Gelam dari Perkecambahan Benih (Gambar Kiri) dan Anakan Alam (Gambar Kanan)

Sumber: Bastoni, *et al.*, 2010

3. Pemanfaatan

Kayu gelam atau dikenal juga sebagai kayu dolken gelam adalah jenis pohon andalan lahan rawa. Pohon gelam banyak mendominasi kawasan rawa yang terdegradasi atau bongkor, karena adaptasinya yang baik di lingkungan tanah masam dan salin. Kayu gelam memiliki banyak manfaat, baik manfaat ekonomi maupun manfaat ekologi. Manfaat ekonomi gelam antara lain: (1) kayu gelam digunakan untuk pembuatan rumah dan gedung bertingkat sebagai pondasi cerucuk dan penyangga waktu pengecoran bangunan, perahu, konstruksi bangunan, tiang, jembatan, kayu energi (Karim, 2003; Ramadhoni, 2016 dalam Sudrajat, 2016), bahan baku pulp (Junaidi dan Yunus, 2009), bahan baku arang (Alpian, *et al.*, 2011), penghasil asap cair berkualitas tinggi (Alpian, *et al.*, 2014); (2) kulit kayu berguna untuk papan semen dan papan partikel (Purwanto, 2014); (3) buah gelam dikenal sebagai merica bolong bahan herbal tradisional. Keunggulan kayu gelam sangat kuat untuk pembangunan atau bahan konstruksi bangunan. Kandungan serat dan selulosanya yang kompleks membuat kayu gelam sangat baik untuk bahan bangunan. Kayu gelam termasuk kayu keras dengan berat jenis 0,85, kayu kelas awet III dan kelas kuat II (Ramadhoni, 2016 dalam Sudrajat, 2016).

Kegunaan kayu gelam sebagai bahan bangunan dimanfaatkan sebagai penyangga bangunan di tanah gambut atau rawa. Di daerah rawa, kayu gelam dapat menggantikan posisi besi sebagai pondasi bangunan karena tidak mudah berkarat, sedangkan besi mudah berkarat terutama jika terendam air dalam waktu lama. Tidak demikian halnya dengan kayu gelam, justru semakin kuat bila terendam di air. Kayu gelam juga dapat digunakan sebagai bahan pembuatan perahu, pembuatan arang dan briket arang, bahan kerajinan rakyat.

Manfaat ekologis kayu gelam termasuk kayu yang tahan terhadap kebakaran dan kekeringan. Pada musim kemarau hutan gelam sering mengalami kebakaran yang menyebabkan sebagian besar populasinya mati, tetapi pada musim hujan biji-biji gelam akan tumbuh kembali seperti sediakala. Kemampuan untuk *recovery* atau tumbuh kembali menjadikan hutan gelam selalu ada di lahan rawa. Ini disebabkan ekologis gelam yaitu *fire-climax*, di mana daerah bekas kebakaran menyebabkan biji gelam akan tumbuh dengan cepat dan lama kelamaan mendominasi kawasan tersebut (Lazuardi dan Supriadi, 2000).



Gambar 52. Beragam Pemanfaatan Kayu Gelam (Kiri) sebagai Bahan Konstruksi Bangunan (Tengah dan Kanan)

Sumber: dokumentasi Balittra (gambar kiri); www.google.com (gambar tengah dan kanan)

C. Kalakai

1. Ekologi Tumbuhan Kalakai

Kalakai (*Stenochlaena palustris*) merupakan tumbuhan jenis paku-pakuan yang sering ditemukan di lahan rawa pasang surut. Kalakai merupakan salah satu hasil ekosistem rawa non-kayu, merupakan bahan pangan fungsional yang bermanfaat bagi kesehatan. Kalakai termasuk tanaman yang mudah tumbuh dan berkembang di daerah basah dan tergenang serta memiliki kelembapan yang tinggi, seperti di lahan rawa, sehingga bila dibiarkan akan menutupi area kawasan rawa yang tidak dimanfaatkan (bera). Tanaman ini toleran terhadap kemasaman tanah, sehingga juga menjadi penciri vegetasi untuk lahan masam, seperti halnya tanaman gelam.

Kalakai memiliki banyak nama di antaranya miding/melat, akar pakis (Melayu), pau rara (Mandailing), paku limbeh (Minangkabau), paku hurang (Sunda), paku bang (Jawa), lemiding/remiding/pakis merah (Melayu Pontianak), bampesu/majang-majang (Makassar), bampesu/wewesu (Bugis), dan kalalai (Kalimantan Selatan dan Tengah). Kalakai menyebar secara alami di Asia Tropis dari India menyebar ke Asia Tenggara termasuk di Kepulauan Nusantara, hingga ke Polinesia dan Australia. Wilayah adaptasinya dari ketinggian 0-900 mdpl, banyak tumbuh pada hutan-hutan bekas penebangan kayu terutama yang berlokasi di sepanjang tepi sungai dan sumber air. Banyak tumbuh di dataran rendah di tempat terbuka maupun hutan sekunder dan umum ditemukan di wilayah rawa (www.wikipedia.org).



Gambar 53. Ekologi Tumbuhan Kalakai di Lahan Rawa Pasang Surut Kalimantan Selatan (Gambar Kiri dan Tengah) dan Kalimantan Tengah (Gambar Kanan)

Sumber: Dokumentasi Balittra

Berdasarkan klasifikasi tumbuhan kalakai dimasukkan ke dalam spesies (*Stenochlaena palustris*), genus *Stenochlaena*, famili *Blechnaceae*, ordo *Blechnales*, kelas *Pteridopsida*, divisi *Pteridophyta*, kerajaan *Plantae* (www.wikipedia.org). Ada dua jenis kalakai yang sering ditemui di lapangan, yaitu kalakai merah dan kalakai hijau (Irawan, *et al.*, 2006).



Gambar 54. Jenis Kalakai Merah (Kiri), Kalakai Hijau (Kanan)

Sumber: www.google.com (Kiri), Balittra (Kanan)

2. Morfologi dan Anatomi Tumbuhan Kalakai

Tumbuhan kalakai merupakan jenis paku tanah yang menjalar panjang hingga mencapai 5-10 m dengan akar rimpang yang memanjat tinggi dan kuat, berbentuk pipih, persegi, dan bersisik, serta tumbuh dengan tubas yang merayap. Tumbuhan ini mengalami perkembangan morfologi mulai dari anakan sampai menjadi tumbuhan dewasa. Perkembangan struktur morfologi tersebut terdiri dari akar, batang, dan daun.

Daun kalakai terdiri atas dua jenis, yaitu daun steril dan daun fertil. Kedua daun tersebut memiliki panjang 40-80 cm dengan tangkai 15-20 cm dan 8-15 cm pasang anak daun, serta satu anak daun terminal (ujung). Bentuk daunnya menyirip tunggal. Anak-anak daun lateral memiliki pelebaran seperti cuping telinga di pangkalnya yang tidak dimiliki oleh anak daun ujung. Anak-anak daun di bagian atas (mendekati ujung) bentuknya lebih kecil. Tulang daun utama dengan alur di sisi atasnya. Anak-anak daun steril bertangkai pendek, bentuk jorong sempit dengan ukuran 15 cm x 3 cm, ukurannya bervariasi, halus mengkilap, hijau gelap, pucat di sisi bawahnya, tepinya bergerigi dengan kelenjar di tepi anak daun dekat pangkal. Anak-anak daun pada daun fertil bentuk garis ukuran 20 cm x 3 mm, permukaan bawahnya penuh dengan sporangia (Famipa Universitas Andalas, 2015; Wikipedia.org).

Anatomi tumbuhan paku pada bagian epidermisnya mempunyai lapisan kutikula. Pada bagian akar, batang, dan daun sudah memiliki berkas pembuluh angkut, yaitu xilem yang mengangkut air dan garam mineral dari akar menuju tajuk untuk proses fotosintesis, dan floem yang berfungsi mengedarkan hasil fotosintesis ke seluruh bagian tumbuhan (Tjitrosoepomo 2009 dalam Jannah, 2012).



Gambar 55. Morfologi Tumbuhan Kalakai (Gambar Kiri), Daun Kalakai (Gambar Tengah), Stolon dan Akar Kalakai (Gambar Kanan)

Sumber: dokumentasi Balittra (gambar kiri, gambar tengah), www.google.com (gambar kanan)

3. Pemanfaatan Kalakai

Kalakai banyak dimanfaatkan sebagai sayuran dan bahan obat herbal suku Dayak. Pemanfaatan kalakai oleh masyarakat lokal di Kalimantan Tengah dan Selatan, hanya untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari sebagai bahan sayuran maupun obat. Beragam bahan olahan dari

kalakai untuk sayur antara lain bahan tumis sayuran, sayur bening atau direbus untuk lalapan, sedangkan bahan olahan kalakai digunakan untuk pembuatan keripik dan stik kalakai.



Gambar 56. Beragam Bahan Olahan dari Kalakai

Sumber: www.google.com

Kalakai diyakini oleh suku Dayak memiliki manfaat untuk kesehatan antara lain mengatasi anemia, pereda demam, mencukupi kebutuhan besi ibu hamil dan menyusui. Hasil studi Maharani, *et al.*, (2005) melaporkan kalakai sebagai sumber bahan pangan fungsional yang memiliki kandungan gizi dan vitamin cukup tinggi. Hasil pengukuran kadar serat kasar, protein, lemak, mineral dan vitamin kalakai disajikan pada Tabel 22.

Tabel 22. Kadar Serat, Protein, Lemak, Mineral, dan Vitamin Tumbuhan Kalakai

| Kandungan Nilai Gizi | Daun (%) | Batang (%) |
|----------------------|-----------------|-----------------|
| Serat kasar | 1,93 % | 3,19% |
| Protein | 11,48% | 1,89% |
| Lemak | 2,63% | 1,37 % |
| Ca | 182,07 mg/100 g | - |
| Fe | 291,32 mg/100 g | - |
| Vitamin A | 26976,29 ppm | - |
| Vitamin C | - | 264,32 mg/100 g |
| Flavonoid | - | 3,010% |
| Alkalotd | - | 3,817% |
| Steroid | - | 2,583 % |

Sumber: Maharani, *et al.*, (2005)