

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Taksonomi dan Morfologi Karet (*Hevea brasiliensis*)

Secara taksonomi, tanaman karet mempunyai klasifikasi sebagai berikut :

Divisio : Spermatophyta

Sub divisio : Angiospermae

Ordo : Euphorbiales

Famili : Euphorbiaceae

Genus : *Hevea*

Species : *Hevea brasiliensis*

(Anonim, 1992).

Pengenalan terhadap tanaman karet (*Hevea brasiliensis*) dapat dilihat dengan ciri-ciri yang tampak seperti di bawah ini. Tanaman karet merupakan pohon yang tumbuh tinggi, pada pohon dewasa mencapai 15 - 25 m. Akar tanaman karet merupakan akar tunggang, yang mampu menopang batang tanaman yang tumbuh lurus dan mempunyai percabangan tinggi di atas. Tangkai daun panjang dengan tiga anak daun yang licin, petiola tipis berwarna hijau, helaian daun runcing, sisi atas daun hijau tua dan sisi bawah agak cerah (Sianturi, 1989).

Bunga dalam malai payung, yang mengandung bunga jantan dan bunga betina. Tenda bunga dengan pangkal berbentuk lonceng, diakhiri dengan 5 taju yang sempit, panjangnya berukuran 4 - 8 mm. Bunga betina lebih besar

sedikit dibandingkan dari yang jantan. Bunga jantan dengan 10 benang sari yang bersatu menjadi suatu tiang, kepala sari dalam 2 karangan, satu di atas yang lain. Bunga betina dengan bakal buah yang beruang 3, dengan 3 kepala putik yang duduk. Buah dengan garis tengah 3 - 5 cm, pecah dengan kuat menurut ruang. Biji besar, bernoda, beracun (Van Steenis, 1975).

Tanaman karet yang didapat dari hasil perbanyakan secara vegetatif atau aseksual disebut sebagai klon. Klon memiliki kelebihan dibandingkan dengan tanaman yang dikembangkan melalui biji (Anonim, 1992).

B. Getah dan Saluran Getah

Tanaman karet mempunyai arti penting karena produksi getah. Produksi getah (Lateks) dari tanaman karet setelah diolah dapat digunakan untuk berbagai keperluan. Pengambilan getah dilakukan dengan penyadapan. Tujuan penyadapan adalah membuka pembuluh lateks pada kulit pohon agar lateks cepat mengalir (Anonim, 1992).

Lateks dihasilkan oleh sel-sel saluran getah. Saluran getah terdiri dari sel-sel yang letak sitoplasma dan inti selnya berada di bagian tepi mengitari suatu vacuola. Dalam vacuola tersebut terdapat cairan getah. Sel-sel getah tersebut mempunyai banyak inti sel (Kartasapoetra, 1991).

C. Daun

Daun merupakan organ yang sangat penting bagi tumbuhan. Scott (1899) telah menyelidiki distribusi jaringan getah yang terdapat pada daun karet. Daun *Hevea brasiliensis* terdiri atas tiga anak daun. Kedudukan daun tersebut dorsiventral dan permukaan atasnya mengkilat dan lebih gelap dibandingkan dengan permukaan bawah yang kusam dan berwarna lebih terang. Stomata hanya terdapat pada permukaan bawah saja (Gomez, 1982).

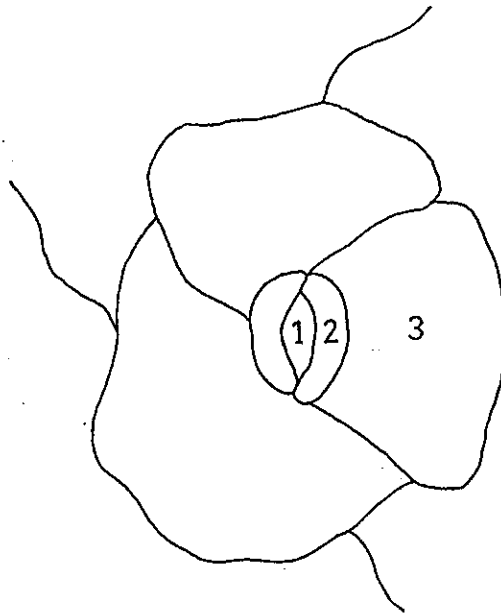
Daun tersusun atas tiga jaringan primer, yaitu epidermis yang melindungi dan menyokong jaringan dasar dimana terdapat jaringan pengangkut. Epidermis terdiri atas satu lapis sel yang menutupi seluruh permukaan daun. Jaringan ini melindungi daun dari kekeringan, dan dari tekanan mekanik. Jaringan dasar atau mesofil, terdiri atas sel-sel parenkim yang mengandung kloroplas-kloroplas dan melakukan fotosintesis. Urat daun mempunyai silem dan floem yang menyalurkan air, garam-garam anorganik dan makanan. Serat-serat dan kolenkim bergabung dengan elemen lain serta vena lateral yang lebih besar. Adanya vena-vena memperkokoh daun dan mempengaruhi perentangan daun (Rost, T.L., 1984).

D. Stomata

D.1. Struktur dan Distribusi

Stomata berasal dari kata Yunani : stoma, yang berarti lubang atau porus. Jadi stomata adalah porus-porus atau lubang yang terdapat pada epidermis, yang masing-masing dibatasi oleh dua buah sel penutup atau guard cell (Kartasapoetra, 1991).

Sebuah stomata terdiri dari beberapa bagian, yaitu sebagai berikut : bagian sel penutup bagian celah, bagian yang merupakan sel tetangga, ruang udara dalam. Sel penutup terdiri dari sepasang sel yang kelihatannya simetris, umumnya berbentuk ginjal. Antara kedua sel penutup terdapat celah (porus). Sel penutup dapat mengatur penutupan atau pembukaan terhadap porus tersebut. Sel tetangga atau sel berdampingan adalah sel-sel yang memang berdampingan atau berada di sekitar sel penutup atau dapat juga dikatakan mengelilingi sel penutup. Ruang udara dalam merupakan ruang antara sel yang besar, yang berfungsi ganda untuk fotosintesis dan respirasi. (Kartasapoetra, 1991).



Gambar 01. Stomata dan bagian-bagiannya

1. Porus 2. Sel Penutup 3. Sel tetangga

Stomata ditemukan pada sebagian besar jenis permukaan epidermis dari tanaman bunga dan gimnosperma tetapi banyak terdapat terutama pada daun-daun. Sebagian besar pohon Angiosperma daun-daunnya memiliki stomata yang terbatas pada bagian permukaan bawah dan oleh karenanya disebut hipostomatus (Wilkins, 1991).

Hal tersebut juga diperkuat lagi oleh Tamieson dan Reynold (1967) bahwa pada beberapa daun stomata hanya terbatas pada bagian permukaan bawah. Sedang pada daun yang mengapung dari tanaman air, stomata hanya terdapat pada permukaan atas. Pada tanaman yang lainnya stomata terdapat pada kedua permukaannya.

Menurut Webster dan Baukwill (1987) stomata

daun karet hanya terdapat pada permukaan bagian bawahnya saja. Rao (1963) dalam Gomez, J.B and Hamzah, S.B. (1982) telah menggambarkan distribusi stomata pada epidermis bawah. Senanayake (1969) dalam Gomez, J.B and Hamzah, S.B . (1982) telah melakukan pengujian tentang karakteristik permukaan bawah daun pada tiga species dari *Hevea* dan hasilnya ternyata jumlah stomata tiap satuan luas berbeda pada tanaman-tanaman eksperimen. Selanjutnya Senayake dan Samaranayake (1969) dalam Gomez, J.B and Hamzah, S.B. (1982) telah menguji dua puluh lima klon dari *Hevea brasiliensis* dan menemukan variasi intraspesifik dalam jumlah stomata tiap satuan luas. Keberadaan dari stomata *Hevea* juga pernah diuji dalam hubungan kemungkinan digunakan dalam persilangan dan seleksi untuk klon-klon yang toleran terhadap penyakit.

D.2. Fungsi Stomata

Seperti yang telah diketahui bahwa cahaya, air, CO₂ dan nutrien diperlukan dalam metabolisme tanaman. Permukaan daun mengalami dua masalah, di satu pihak harus mengasimilasi CO₂ atmosfer, dipihak lain dalam waktu yang sama harus mengurangi evaporasi sekecil mungkin. Dengan demikian pengaturan sistem ini sangat diperlukan, dan organ yang paling berperanan penting dalam hal ini adalah stomata (Leopold dan Kriedemann, 1975)

D.3. Mekanisme Gerakan Stomata

Membuka dan menutupnya stomata pada daun terjadi sebagai akibat adanya peristiwa turgor pada guard cell (sel penutup). Bergeraknya air dari sel epidermis ke dalam sel penutup, mengakibatkan turgor meningkat di dalam sel penutup dan menimbulkan pengembangan elastis pada dinding sel penutup. Berkembangnya kedua sel ini mengakibatkan menutupnya stomata. Namun apabila tekanan turgor itu rendah, maka stomata tersebut akan membuka lagi. Hal ini berarti membuka dan menutupnya stomata ditentukan oleh turgor yang terjadi pada sel penutup (Abidin, 1987).

Pernyataan tersebut diperkuat oleh Goldsworthy dan Fisher (1992) yang menyatakan bahwa perubahan dalam ukuran pori stomata disebabkan oleh perubahan dalam keseimbangan turgor antara sel-sel penutup dan sel tetangga, atau sel-sel epidermis yang berdekatan. Suatu kenaikan turgor dalam sel penutup atau suatu penurunan turgor dalam sel tetangga menghasilkan pembukaan stomata. Pendapat-pendapat mengenai mekanisme gerakan sel penutup yang berlaku sekarang ini didasarkan pada teori Schwender (1889) yang beberapa kesimpulannya telah diikhtisarkan oleh Heath (1959). Pentingnya turgor sel pelindung dalam menentukan lebar pori stomata diperlihatkan dengan percobaan oleh Von Mohl (1956).

Baik bukti fisiologis maupun biokimiawi telah menunjukkan bahwa terdapat perbedaan fundamental diantara proses-proses yang berhubungan di dalam pembukaan dan penutupan stomata. Hal ini pertama kalinya dilihat oleh Gregory dan Pearce (1937). Penelitian selanjutnya telah memperlihatkan bahwa terdapat kebutuhan oksigen untuk pembukaan stomata. Hal ini bisa berarti bahwa pembukaan tergantung pada sebuah proses aktif yang membutuhkan oksigen, sedangkan pada penutupan tidak (Wilkins, 1991).

Mekanisme tanggapan stomata terhadap rangsangan adalah kompleks, dan tidak diketahui secara sempurna. Apabila faktor-faktor lain menguntungkan untuk membukanya stomata, maka pembukaan stomata dipengaruhi oleh :

- Karbon dioksida (CO_2)

Pembukaan stomata berkurang bila kadar CO_2 ruang-ruang antar sel bertambah. Kalau fotosintesis bersih berkurang, kadar CO_2 di ruang antar sel meningkat dan tahanan stomata akan meningkat. Ini akan mengurangi transpirasi dan karenanya mengawetkan air. Sebaliknya kalau fotosintesis bersih meningkat, suatu penurunan dalam CO_2 di ruang antar sel akan menyebabkan terbukanya stomata.

- Cahaya

Pengurangan cahaya menyebabkan pembukaan stomata

berkurang pada kebanyakan tumbuhan. Ini tidak tergantung pada tanggapan terhadap kenaikan CO_2 di ruang antar sel yang dihasilkan oleh laju fotosintesis yang berkurang pada intensitas tetapi bekerja secara sinergistik. Rangsangan membukanya stomata secara langsung oleh cahaya yang paling peka adalah terhadap cahaya biru, dan mungkin paling banyak 'penggunaan' nya bagi suatu tumbuhan dalam mempercepat membukanya stomata pada dini hari, sebelum fotosintesis menurunkan CO_2 di ruang antar sel samapai pada tingkatan di siang hari.

- Suhu

Bila faktor-faktor lain tidak terkendali, stomata sering kali akan menunjukkan suatu pembukaan maksimum pada suhu tertentu, dengan pembukaan yang mengecil bila suhu naik atau turun. Bila faktor-faktor lain diusahakan konstan, stomata biasanya akan membuka lebih lebar bila suhu meningkat. Pengurangan pembukaan dengan peningkatan suhu di bawah kondisi tidak terkendali disebabkan oleh suatu pengurangan dalam fotosintesis bersih yang mengakibatkan kadar CO_2 di ruang antar sel meningkat.

- Potensial air daun

Pembukaan stomata biasanya mengecil bila potensial air daun menurun (menjadi lebih negatif). Perubahan pembukaan ini biasanya dianggap

disebabkan oleh kenaikan kadar asam absisat, yang dihasilkan dalam mesofil dengan laju yang meningkat, atau dibebaskan dari mesofil dengan laju yang meningkat, atau keduanya, ketika potensial air daun berkurang.

- Kelembaban

Tanggapan langsung terhadap kelembaban mengawetkan air sangat efektif melalui pengecilan pembukaan stomata bila laju penguapan potensial tinggi dan dapat mencegah terjadinya kekurangan air yang berbahaya dalam tanaman yang tumbuh di daerah dengan kebutuhan evaporasi tinggi.

- Angin

Pada kebanyakan tanaman kenaikan kecepatan angin menyebabkan pembukaan stomata berkurang.

- Laju fotosintesis

Penurunan laju fotosintesis akan mengurangi pembukaan stomata dan dengan demikian dapat mengawetkan air serta meningkatkan potensial air melalui pengurangan transpirasi tersebut (Goldsworthy dan Fisher, 1992).

D.4. Stomata dan Proses Metabolisme

Menurut Black yang diperkuat oleh Brown dan Escombe dalam Bidwell (1979) penyerapan CO_2 dalam daun mempunyai hubungan dengan kondisi dan jumlah dari stomata. Semakin banyak stomatanya maka daun

akan semakin banyak menyerap CO_2 yang akan digunakan dalam proses fotosintesis yang terjadi di dalam daun.

Proses transpirasi melalui stomata menimbulkan efek samping : timbulnya aliran air dan sistem transport mineral tanah, sehingga mengakibatkan mobilisasi nutreïn tanah ke atas, serta memungkinkan untuk mengadakan penyerapan lebih besar (Bidwell, 1979).

E. Metabolisme

Metabolisme merupakan keseluruhan proses sintesis dan perombakan zat-zat yang berlangsung pada makhluk hidup.

E.1. Fotosintesis

Pendapat para ahli biologi mengenai fotosintesis bervariasi. Clayton (1965) menyatakan bahwa fotosintesis merupakan sekumpulan proses dari makhluk hidup yang menggunakan cahaya untuk mendukung proses-proses biokimia yang memerlukan energi.

Wilkins (1991) mendefinisikan fotosintesis sebagai evolusi O_2 yang digerakkan cahaya dari air dan penyimpanan tenaga reaksi yang dihasilkan dalam berbagai komponen karbon yang membentuk jasad hidup. Sedangkan menurut Zaenal Abidin (1987) fotosintesis adalah suatu proses yang terjadi pada tumbuhan,

dimana karbon dioksida (CO_2) bereaksi dengan air (H_2O) dengan bantuan cahaya matahari dan klorofil sehingga menghasilkan karbohidrat ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) dan air (H_2O). Dwidjoseputro (1989) menyatakan fotosintesis atau asimilasi zat karbon merupakan suatu proses dimana zat-zat anorganik H_2O dan CO_2 oleh klorofil diubah menjadi zat organik karbohidrat dengan pertolongan sinar.

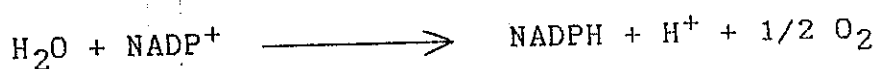
Menurut Thornton, Carroll dan Richardson (1975) dalam Abidin, Z. (1987) sejak tahun 1872 setelah ditemukan bahwa tanaman mengeluarkan oksigen oleh Joseph Priestley, pada saat itu pula diinformasikan bahwa pada tanaman terjadi reaksi fotosintesis. Kemudian Robin Hill (1937) dalam Abidin, Z. (1987) membagi proses fotosintesis ini menjadi dua periode reaksi, yaitu reaksi cahaya dan reaksi gelap. Pada reaksi cahaya, cahaya diabsorpsi oleh klorofil, kemudian elektron-elektron klorofil ini menangkap energi cahaya yang tinggi, selanjutnya ditransfer ke suatu "pembawa". Beberapa elektron dari energi yang tinggi ini digunakan oleh sel untuk memproduksi ATP, ADP, dan fosforus.

Pembebasan O_2 dari H_2O ke udara terjadi pada peristiwa ini. Sedangkan atom hidrogen dari H_2O berama-sama dengan elektron yang berasal dari klorofil bergerak menuju "pembawa" untuk digunakan selanjutnya.

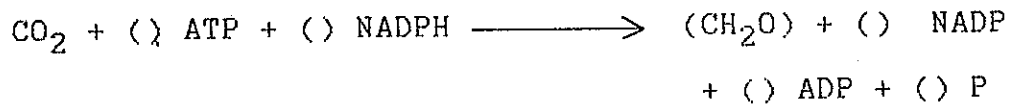
Reaksi selanjutnya yaitu reaksi gelap. Dalam reaksi ini, CO_2 bereaksi dengan gula berkarbon 5. Sedangkan gula berkarbon 6 terpecah menjadi bagian yang membentuk dua bagian 3 molekul karbon. Kemudian 3 molekul karbon tersebut dialihkan ke 3 molekul karbon lainnya oleh penambahan hidrogen yang berasal dari fase cahaya serta oleh adanya penambahan energi dari ATP yang berasal dari fase cahaya. Tiga molekul karbon yang berenergi tinggi ini tersedia di dalam suatu siklus, kemudian menghasilkan 5 karbon dari molekul gula. Senyawa baru ini siap dikombinasikan dengan CO_2 , yang akhirnya menghasilkan glukosa, pati, karbohidrat, protein, atau lipid.

Hal itu diperkuat oleh Martoharsono (1991) yang juga mengelompokkan reaksi fotosintesis menjadi dua bagian, yaitu reaksi gelap dan reaksi terang. Reaksi yang pertama hanya dapat berlangsung apabila ada cahaya matahari sedangkan yang kedua tidak tergantung dari adanya sinar matahari. Sekarang telah diketahui bahwa senyawa kimia yang menyimpan energi sinar matahari adalah ATP dan NADPH.

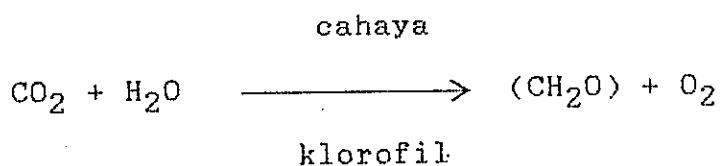
Reaksi penangkapan cahaya (dalam keadaan terang) adalah:



dan reaksi gelapnya (tanpa bantuan cahaya matahari) ialah:



Fotosintesis seringkali digambarkan secara keseluruhan sebagai berikut:

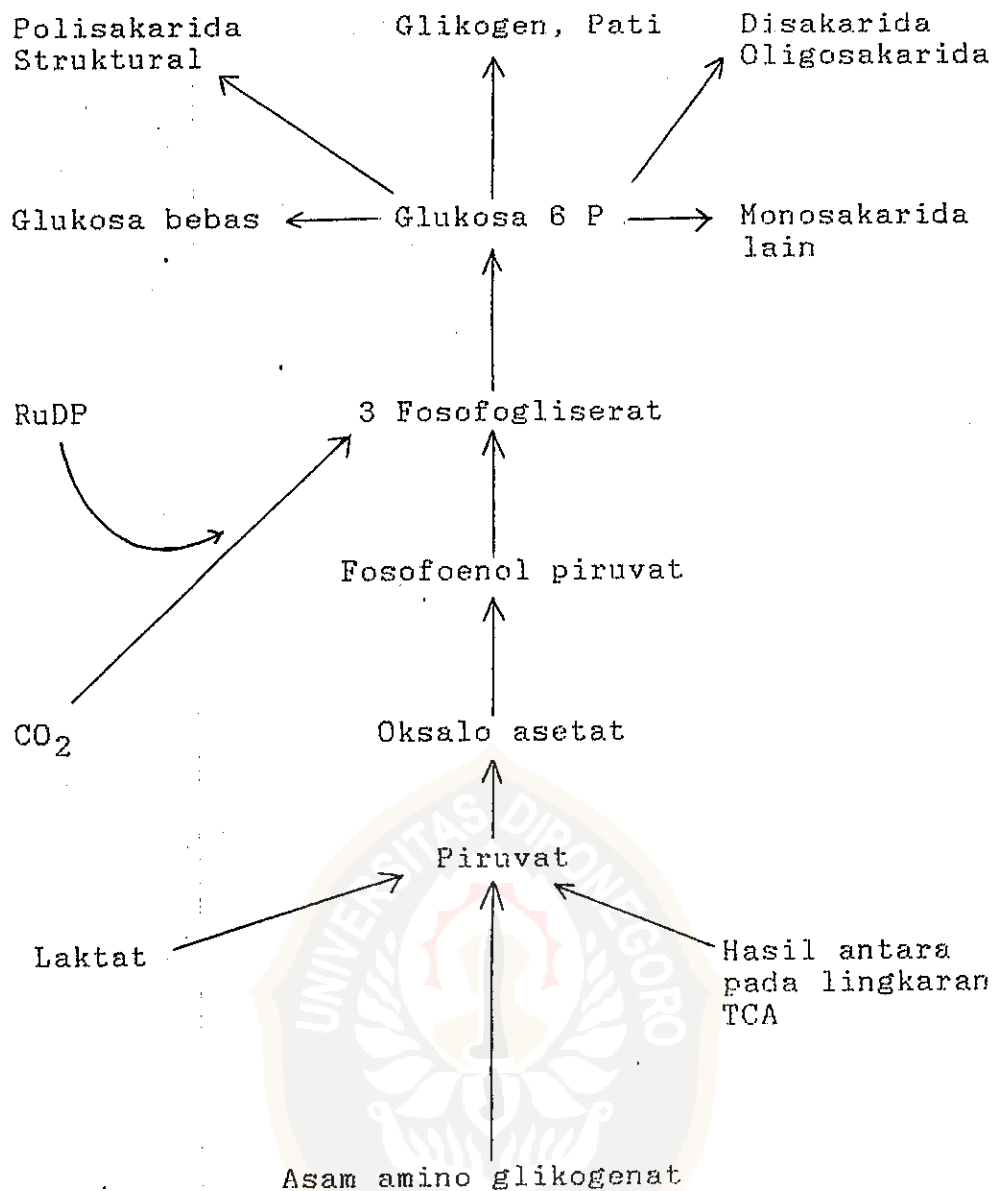


Proses tersebut ternyata merupakan kebalikan dari proses respirasi yang merombak karbohidrat menghasilkan karbon dioksida dan air (Clayton, 1965).

E.2. Biosintesa Karbohidrat

Karbohidrat dapat disintesa dari senyawa yang amat sederhana seperti CO_2 atau dapat pula dibentuk dari senyawa hasil antara, baik yang tergolong dalam karbohidrat sendiri (glukosa dan lain-lain) ataupun bukan, misalnya asam amino.

Perubahan senyawa-senyawa yang disebutkan di atas pada garis besarnya berlangsung sebagai berikut:



Gambar 02. Biosintesis Karbohidrat (Martoharsono, 1991)

E.3. Transpirasi

Transpirasi pada hakekatnya sama dengan penguapan. Sebenarnya seluruh bagian tanaman itu mengadakan transpirasi, akan tetapi yang biasa dibicarakan hanyalah transpirasi lewat daun, karena hilangnya molekul-molekul air dari tubuh tanaman itu

sebagian besar lewat daun. Hal ini disebabkan karena luasnya permukaan daun dan juga karena daun-daun itu lebih kena udara daripada bagian-bagian lain dari suatu tanaman. Faktor luar yang mempengaruhi transpirasi antara lain: sinar matahari, temperatur, kelembapan udara, tekanan udara, angin, keadaan air di dalam tanah (Dwidjoseputro, 1978). Transpirasi mempunyai efek samping yang secara tidak langsung berpengaruh terhadap meningkatnya laju fotosintesis dan pada akhirnya akan meningkatkan senyawa hasil fotosintesis.

F. Analisis Proksimat

Cara ini dikembangkan dari Weende Experiment Station di Jerman oleh Henneberg dan Stokman pada tahun 1865, yaitu suatu metode analisis dan menggolongkan komponen yang ada pada makanan. Zat-zat yang terdapat dari hasil analisis proksimat terlihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 01. Komponen Berbagai Fraksi Hasil Analisis Proksimat

No	Fraksi	Komponen
1	Air	Air (dan asam-asam yang menguap dan basa-basa, kalau ada)
2	Abu	Elemen essential: - makro: Ca, K, Mg, Na, S, P, Cl - mikro: Fe, Mn, Cu, Co, I, Zn, Se, Cr, Mo Elemen non essential: Al, Ni, Ti, Al, V, Pb, B, Sn
3	Protein kasar	Protein, asam amino, asam nitrat, glikoside mengandung N, glikolipide vitamin B, asam nukleat
4	Lemak	Lemak, minyak, malam (lilin), asam organik, pigmen, sterol, vitamin-vitamin A, D, E, dan K.
5	Serat kasar	Selulose, hemiselulose, lignin
6	Bahan Ekstrak Tanpa Nitrogen (BETN)	Selulose, hemiselulose, lignin, gula fruktan, pati, pektin, asam organik, resin

(Tillman, *et al.*, 1991).