BAB 4 PERBINCANGAN AM

4.1 JATUHAN SESAMPAH

4.1.1 JATUHAN KOMPONEN DAUN

4.1.2 JATUHAN KOMPONEN RANTING

4.1.3 JATUHAN KOMPONEN REPRODUKTIF

4.1.4 JATUHAN KOMPONEN BAHAN YANG TAK DICAM

4.1.5 JUMLAH JATUHAN SESAMPAH

4.1.6 JUMLAH JATUHAN NUTRIEN

4.2 PEREPUTAN SESAMPAH

4.3 ARTHROPODA SESAMPAH

4.4 TANAH

4.4.1 CIRI-CIRI FIZIKAL TANAH

4.4.2 NUTRIEN TANAH

# BAB 4 PERBINCANGAN AM

## 4.1 JATUHAN SESAMPAH

### 4.1.1 Jatuhan Daun

Kajian-kajian jatuhan sesampah di Malaysia pernah dijalankan oleh beberapa penyelidik, antaranya seperti Bullock dan Khoo (1969), Palaniappan (1975), Che Azizuddin (1984) dan Soleha (1985) di Ulu Gombak, Lim (1987) di Ulu Endau, Lim (1978) dan Ogawa (1978) di Pasoh, Gong dan Ong (1983) di Pulau Pinang, Mohamed Nor (1989) di Kuala Lumpur, Noraini dan Salleh (1985) di Bukit Fraser, Cameron Highlands dan Ulu Kali Pahang dan Proctor *et al.*, (1983) di Mulu, Sarawak.

Kebanyakkan para penyelidik mendapati sumbangan daun adalah yang paling tinggi dalam jatuhan sesampah. Sesampah jenis daun menghasilkan lebih kurang 70% daripada jumlah jatuhan sesampah bagi kebanyakkan hutan (O`Neil dan De Angelis, 1981 dan Meetmeyer *et al.*, 1982). Jatuhan daun dalam kajian ini hampir menyamai keputusan yang di dapati oleh Palaniappan (1975), juga di hutan dipterokarp tanah pamah di Ulu Gombak, Selangor. Beliau mendapati jatuhan daun adalah sebanyak 7.86 tan/ha/tahun (Jadual 20).

Sementara dalam kajian ini berat kering jatuhan sesampah daun adalah paling tinggi di antara semua komponen sesampah. Berat kering yang disumbangkan oleh komponen

Jadual 20 Perbandingan jatuhan sesampah (tan/ha/tahun) di beberapa kawasan di dunia.

| Negara | | Daun | Bahan Berkayu | Repro-duktif | Bahan Tak dicam | Jumlah | Formasi | Altitud | Penyelidik |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Malaysia | Gombak, Selangor | 7.86 | - | - | 3.76* | 11.60 | H.D. Tanah Pamah | 240 | Palaniappan, (1975) |
| | Gombak, Selangor | 7.84 | 2.47 | 1.15 | 0.45 | 11.91 | H.D. Tanah Pamah | 240 | Kajian ini (1992) |
| | Gombak, Selangor | 5.55 | 2.70 | 1.42 | 0.44 | 10.11 | H. Bukit | 420 | Kajian ini (1992) |
| | Pasoh, N. Sembilan | 6.40 | - | - | 2.50* | 8.90 | H.D. Tanah Pamah | 112 | Lim, (1978) |
| | Ulu Endau, Johor | 5.79 | 1.11 | - | 1.81# | 8.71 | H.D. Tanah Pamah | | Lim, (1987) |
| | Pasoh, N. Sembilan | 6.30 | - | - | 4.30* | 10.60 | H.D. Tanah Pamah | 112 | Ogawa, (1978) |
| | Pulau Pinang | 5.40 | - | - | 2.00* | 7.40 | H. Bukit | | Gong & Ong, (1983) |
| | Kuala Lumpur | - | - | - | - | 11.44 | H.D. Tanah Pamah | 120 | Mohamad-Nor, (1989) |
| | Bukit Fraser, Pahang | 2.69 | 1.15 | 0.01 | 0.24 | 4.09 | H. Gunung Bawah | 1200 | Noraini & Salleh (1985) |
| | C. Highlands, Pahang | 2.16 | 1.22 | 0.05 | 0.05 | 3.46 | H. Gunung Bawah | 1500 | Noraini & Salleh (1985) |
| | Ulu Kali, Pahang | 1.97 | 0.43 | 0.14 | 0.10 | 2.64 | H. Gunung Atas | 1700 | Noraini & Salleh (1985) |
| | Mulu, Sarawak | 5.40 | - | - | 3.50* | 8.90 | H.D. Campuran | | Proctor et al., (1983) |
| Australia | | 4.29 | 1.40 | 0.59 | 2.33 | 8.61 | Hutan Vine | 680 | Spain, (1984) |
| Australia | | 4.89 | 1.61 | 1.29 | 1.89 | 9.68 | Hutan Vine | 60 | Spain, (1984) |
| Tasmania | | 2.82 | 1.04 | 0.29 | 0.18 | 4.32 | Hutan temperat | 140 | Adams & Attiwill, (1991) |
| Tasmania | | 2.41 | 0.94 | 0.21 | 0.18 | 3.74 | Hutan temperat | 180 | Adams & Attiwill, (1991) |
| Tasmania | | 3.56 | 1.06 | 0.19 | 0.52 | 5.34 | Hutan temperat | 320 | Adams & Attiwill, (1991) |
| Tasmania | | 2.25 | 0.77 | 0.37 | 0.10 | 3.48 | Hutan temperat | 340 | Adams & Attiwill, (1991) |
| Ghana | | 7.02 | - | - | 3.52* | 10.54 | H. Hujan Tropika | 152 | Nye, (1961) |
| Ghana | | 7.41 | 0.97 | 0.39 | 0.89 | 9.66 | H. Hujan Tropika | 152 | John, (1973) |
| Zaire | | - | - | - | - | 12.30 | - | 487 | Laudelout & Meyer, (1954) |
| Ivory Coast | | 7.57 | 1.09 | 0.66 | - | 9.32 | - | 50 | Bernhard, (1970) |
| Ivory Coast | | 8.67 | 2.58 | 1.10 | - | 12.35 | - | 50 | Bernhard, (1970) |
| Guatemala | | | | | - | 9.00 | H. Hujan Tropika | 100 | Ewel, (1976) |
| Panama | | - | - | - | - | 10.48 | H. Lembab Tropika | 425 | Golley et al., (1975) |
| Panama | | 5.83 | 2.30 | 1.23 | 1.74 | 11.10 | Hutan Tropika | 137 | Haines & Foster, (1977) |
| Gabon | | 6.50 | - | - | 6.80* | 13.30 | Hutan Hujan | 375 | Hladik, (1978) |
| Colombia | | 8.57 | 3.09 | 0.36 | - | 12.02 | H. Tropika Malar Hijau | 75 | Folster & de las Salas,(1976) |
| Venezuela | | 6.14 | 3.40 | - | - | 9.54 | Hutan Hujan Amazonia | 50 | Jordan & Escalante, (1980) |
| Brazil | | - | - | - | - | 9.90 | Hutan 'terra firme' | 10 | Franken et al., (1979) |

* = Gabungan komponen bahan berkayu, reproduktif dan bahan tak dicam

# = Gabungan komponen reproduktif dan bahan tak dicam

- = tak dinyatakan

ini ialah 7.84 tan/ha/tahun (65.83%) di hutan dipterokarp tanah pamah. Sementara itu sebanyak 5.55 tan/ha/tahun (54.90%) daun telah digugurkan di hutan dipterokarp bukit dan nilai ini lebih kurang menyamai keputusan kajian Gong dan Ong (1983). Beliau mendapati jatuhan daun hutan bukit di Pulau Pinang dalam setahun adalah sebanyak 5.4 tan/ha.

Kajian di beberapa formasi hutan dipterokarp tanah pamah lain di Malaysia juga telah dijalankan oleh Lim (1978, 1987) yang mendapati jatuhan daun di tapak kajiannya adalah sebanyak 6.4 tan/ha/tahun, 5.79 tan/ha/tahun. Sementara Ogawa (1978) mendapati jatuhan jatuhan daun ialah sebanyak 6.3 tan/ha/tahun. Proctor *et al.*, (1983) pula mendapati sebanyak 5.4 tan/ha/tahun jatuhan daun di tapak kajiannya. Lim (1978 dan 1987), Ogawa (1978) dan Proctor *et al.*, (1983), masing-masing mendapat nilai yang lebih kecil daripada kajian sekarang ini kerana kawasan kajian mereka merupakan kawasan hutan dara. Kawasan hutan dara biasanya tidak banyak mempunyai pokok-pokok kategori bawah sudur dan renek, ini menyebabkan berkurangnya penghasilan sesampah terutama daun di kawasan kajian mereka (Jadual 20).

Noraini dan Salleh, (1985) mendapati jatuhan daun dalam formasi hutan gunung bawah adalah lebih rendah berbanding dengan formasi hutan dipterokarp bukit dan hutan dipterokarp tanah pamah. Kajian di Bukit Fraser dan Cameron

Highland di Pahang memberikan nilai jatuhan daun di kedua-dua tapak kajian 2.69 dan 2.16 tan/ha/tahun masing-masingnya. Jatuhan sesampah daun di Ulu Kali Pahang yang mempunyai formasi hutan gunung atas adalah sebanyak 1.9 tan/ha/tahun (Jadual 20).

Kajian-kajian di tempat dan formasi yang lain di dunia juga telah diselidik, antaranya adalah; Spain (1984) mendapati jatuhan daun hutan vine Australia berjulat di antara 4.29-4.89 tan/ha/tahun. John (1973) dan Nye (1961) mendapati jatuhan berat kering daun hutan hujan tropika di Ghana adalah 7.41 tan/ha/tahun dan 7.02 tan/ha/tahun masing-masingnya. Bernhard (1970) mendapati jatuhan berat kering daun di Ivory Cost adalah berjulat di antara 7.57-8.67 tan/ha/tahun.

Kajian-kajian yang dijalankan oleh Hladik (1978) mendapati jatuhan daun di hutan hujan Gabon ialah sebanyak 6.50 tan/ha/tahun. Sementara Haines dan Foster (1977) mendapati jatuhan daun di hutan tropika Panama adalah sebanyak 5.83 tan/ha/tahun. Folster dan de las Salas (1976) pula mencatatkan jatuhan daun sebanyak 8.57 tan/ha/tahun di hutan tropika malar hijau Colombia. Adams dan Attiwill (1991) yang mengkaji di hutan temperat Tasmania, mendapati jatuhan daun di kawasan kajian mereka ialah berjulat di antara 2.25-3.56 tan/ha/tahun (Jadual 20).

PERPUSTAKAAN UNIVERSITI MALAYA

Dari segi perbandingan nilai kajian ini dan beberapa kajian lain seperti Palaniappan (1975), Lim (1978, 1987), Gong dan Ong (1983) dan juga Noraini dan Salleh (1985) menunjukkan hutan dipterokarp tanah pamah mengugurkan daun lebih tinggi berbanding hutan dipterokarp bukit. Sementara hutan gunung bawah pula mengugurkan daun lebih tinggi daripada hutan gunung atas. (Noraini dan Salleh, 1985). Dari keputusan ini juga menunjukkan bahawa jumlah jatuhan daun berkurangan dengan bertambahnya altitud sesuatu kawasan.

### 4.1.2 Jatuhan Ranting (Bahan Berkayu)

Kajian jatuhan berat kering bahan berkayu di Hutan Ulu Gombak menunjukkan sebanyak 2.47 tan/ha/tahun bahan berkayu digugurkan di hutan dipterokarp tanah pamah dan 2.70 tan/ha/tahun digugurkan di hutan dipterokarp bukit. Daripada kajian-kajian lepas di Malaysia tidak ramai penyelidik yang mengira jatuhan bahan berkayu. Walau bagaimanapun, Lim (1987) mendapati jatuhan berat kering bahan berkayu di hutan dipterokarp tanah pamah Ulu Endau Johor adalah sebanyak 1.11 tan/ha/tahun. Nilai ini adalah separuh daripada jatuhan di Ulu Gombak, kemungkinan disebabkan oleh nilai jumlah jatuhan sesampah keseluruhannya adalah lebih kecil berbanding dengan Ulu Gombak.

Jatuhan bahan berkayu di gunung bawah adalah lebih kecil berbanding dengan hutan yang beraltitud lebih rendah. Menurut Noraini dan Salleh (1985), di Bukit Fraser Pahang sebanyak 1.15 tan/ha dan di Cameron Highlands sebanyak 1.22 tan/ha bahan berkayu digugurkan dalam setahun. Sementara jatuhan bahan berkayu di hutan gunung atas adalah sebanyak 0.43 tan/ha/tahun.

Jatuhan bahan berkayu dalam luruh sesampah di negara-negara lain juga telah dikaji sejak beberapa lama dahulu. Antara penyelidik-penyelidik yang terlibat dalam kajian ini adalah seperti, Spain (1984) di hutan vine Australia. Beliau mendapati jatuhan bahan berkayu berjulat di antara 1.4-1.61 tan/ha/tahun. Begitu juga John (1973) mencatatkan sebanyak 0.97 tan/ha/tahun bahan berkayu telah digugurkan di hutan hujan tropika Ghana. Sementara Bernhard (1970), mengatakan bahan berkayu yang digugurkan di Ivory Cost adalah berjulat di antara 1.09-2.58 tan/ha/tahun. Sebanyak 2.3 tan/ha/tahun bahan berkayu digugurkan di hutan hujan Gabon di laporkan oleh Haines dan Foster (1977). Nilai ini adalah hampir menyamai jatuhan sesampah di Ulu Gombak. Sebanyak 3.09 tan/ha/tahun bahan berkayu digugurkan di hutan tropika malar hijau Panama, (Folster dan de las Salas, 1976) dan 3.4 tan/ha/tahun di hutan hijau Amazonia,

Venezuela, (Jordan dan Escalante, 1980). Di hutan temperat Tasmania jatuhan bahan berkayu berjulat di antara 0.77-1.06 tan/ha/tahun (Adams dan Attiwill, 1991).

### 4.1.3 Jatuhan Komponen Reproduktif

Dalam kajian ini sebanyak 1.15 tan/ha/ta komponen reproduktif telah digugurkan di hutan dipterokarp tanah pamah. Sebanyak 1.42 tan/ha/tahun pula telah digugurkan di hutan dipterokarp bukit. Sementara itu di hutan gunung bawah, Noraini dan Salleh (1985) mencatatkan sebanyak 0.01 tan/ha/tahun bahan reproduktif digugurkan di Bukit Fraser, dan 0.05 tan/ha/tahun telah digugurkan di Cameron Highlands. Mereka juga mengatakan formasi hutan gunung atas menggugurkan 0.14 tan/ha/tahun komponen reproduktif.

Di hutan hujan tropika di Ghana, John (1973) mengatakan sebanyak 0.39 tan/ha/tahun komponen reproduktif telah digugurkan ke lantai hutan. Sementara di hutan vine Australia komponen reproduktif yang digugurkan berjulat di antara 0.59-1.29 tan/ha/tahun (Spain, 1984). Bernhard (1970) mencatatkan julat 0.66-1.10 tan/ha/tahun untuk jatuhan komponen reproduktif di Ivory Coast. Sementara Haines dan Foster (1977) pula mencatatkan 1.23 tan/ha/tahun bahan reproduktif telah digugurkan di hutan tropika Panama. Hutan temperat Tasmania mempunyai julat jatuhan reproduktif di antara 0.19-0.37 tan/ha setahun (Jadual 20).

### 4.1.4 Jatuhan Komponen Bahan Tak Dicam

Jatuhan komponen bahan yang tak dicam juga kurang mendapat perhatian daripada para penyelidik, ini kerana para penyelidik lebih gemar mengabungkan bahan berkayu, reproduktif dan bahan yang tak dicam dalam satu kumpulan seperti kajian Nye (1961), Palaniappan (1975), Ogawa (1978) dan juga Hladik (1978). Sebahagian daripada penyelidik juga lebih suka menggabungkan komponen reproduktif dan bahan tak dicam dalam satu kumpulan seperti yang dilakukan oleh Lim (1987).

Kajian ini menunjukkan bahawa dari segi statistik jatuhan bahan yang tak dicam di hutan dipterokarp tanah pamah adalah tidak berbeza daripada hutan dipteropkarp bukit. Sebanyak 0.45 tan/ha/tahun bahan tak dicam digugurkan di hutan dipterokarp tanah pamah, sementara hutan dipterokarp bukit menguggurkan 0.44 tan/ha setahun. Keputusan yang dicatatkan oleh Noraini dan Salleh (1985) di hutan gunung bawah adalah 0.24 tan/ha/tahun di Bukit Fraser, dan 0.05 tan/ha/tahun di Cameron Highlands, serta 0.10 tan/ha/tahun di Ulu Kali Pahang (hutan gunung atas). Mereka juga mengatakan secara amnya jatuhan bahan tak dicam adalah berkurangan mengikut ketinggian altitud sesuatu formasi hutan.

Kajian-kajian di luar Malaysia menunjukkan variasi yang lebih jelas dalam jatuhan komponen bahan tak dicam

bergantung kepada tempat dan formasi yang dikaji. Di hutan hujan tropika Ghana, John (1973) mengatakan sebanyak 0.89 tan/ha komponen ini telah digugurkan dalam setahun. Sementara di hutan tropika Panama, Haines dan Foster (1977) mencatatkan sebanyak 1.74 tan/ha komponen ini telah digugurkan dalam setahun. Spain (1984) melaporkan jatuhan komponen bahan tak dicam berjulat di antara 2.33-1.89 tan/ha/tahun di hutan vine Australia. Adams dan Attiwill (1991), pula melaporkan hutan temperat di Tasmania mengugurkan komponen bahan tak dicam di antara 0.10 dan 0.52 tan/ha/tahun (Jadual 20).

### 4.1.5 Jumlah Jatuhan Sesampah

Jumlah jatuhan sesampah adalah jumlah keseluruhan sesampah yang digugurkan. Dalam kajian ini, sebanyak 11.91 tan/ha/tahun telah digugurkan di hutan dipterokarp tanah pamah. Nilai ini adalah lebih kurang sama dengan kajian Palaniappan (1975) di hutan dipterokarp tanah pamah Ulu Gombak, Selangor (11.6 tan/ha/tahun) dan Mohamed Nor (1989) di hutan dipterokarp tanah pamah Kuala Lumpur (11.4 tan/ha/tahun).

Ogawa (1978) pula melaporkan sebanyak 10.6 tan/ha/tahun sesampah telah digugurkan di hutan dipterokarp tanah pamah Pasoh, Negri Sembilan. Sementara Lim (1978), pula mengatakan hanya 8.9 tan/ha/tahun sesampah telah

digugurkan di hutan yang sama. Dalam kajian di hutan dipterokarp tanah pamah Ulu Endau, Johor Lim (1987), mencatatkan sebanyak 8.71 tan/ha/tahun sesampah telah digugurkan. Nilai yang didapati oleh Lim (1978 dan 1987) adalah menyerupai nilai yang didapati oleh Proctor *et al.*, (1983) di hutan dipterokarp campuran di Mulu, Sarawak, iaitu sebanyak 8.9 tan/ha setahun (Jadual 20).

Secara amnya, jatuhan sesampah di hutan dipterokarp bukit adalah rendah sedikit berbanding hutan dipterokarp tanah pamah. Dalam kajian ini sebanyak 10.11 tan/ha sesampah telah digugurkan setahun di hutan dipterokarp bukit. Kajian di hutan bukit persisiran Penang oleh Gong dan Ong (1983), mencatatkan hanya 7.4 tan/ha jatuhan sesampah dalam setahun.

Di formasi hutan gunung bawah, jatuhan sesampah di Bukit Fraser dan Cameron Highlands masing-masing adalah 4.09 dan 3.46 tan/ha/tahun (Noraini dan Salleh, 1985). mereka juga mengatakan hanya sebanyak 2.64 tan/ha jatuhan sesampah boleh didapati di hutan gunung atas di Ulu Kali, Pahang.

Sebahagian daripada kajian-kajian jatuhan sesampah di negara luar dipaparkan dalam jadual 20. Sebanyak 12.30 tan/ha/tahun jatuhan sesampah telah dicatatkan di hutan Zaire (Laudelout dan Meyer, 1954). Sebanyak 10.54 tan/ha/tahun jatuhan sesampah telah dicatatkan di hutan

hujan tropika Ghana (Nye, 1961), sementara John (1973) pula mencatatkan sebanyak 9.66 tan/ha/tahun di kawasan yang sama. Bernhard (1970) mencatatkan julat jatuhan sesampah di antara 9.32-12.35 tan/ha/tahun di hutan Ivory Cost, sementara di hutan lembab tropika Panama, Golley *et al.*, (1975) mencatatkan jatuhan sesampah sebanyak 10.48 tan/ha/tahun. Sebanyak 12.02 tan/ha/tahun di hutan hujan malar hijau Colombia (Folster dan de la Salas, 1976). 9.00 tan/ha/tahun di hutan hujan tropika Guatemala (Ewel, 1976). Sebanyak 11.10 tan/ha/tahun jatuhan sesampah telah dicatatkan di hutan tropika Panama (Haines dan Foster, 1977) dan 13.30 tan/ha/tahun di hutan hujan Gabon (Hladik, 1978).

Franken *et al.*, (1979) pula melaporkan jatuhan sesampah di hutan *terra firme* Brazil adalah sebanyak 9.9 tan/ha/tahun. Hutan hujan Amazonia Venezuela yang dikaji oleh Jordan dan Escalante (1980) mencatatkan jatuhan sesampah sebanyak 9.54 tan/ha/tahun. Kajian di hutan temperat Tasmania menunjukkan bahawa jatuhan sesampah berjulat di antara 3.48-5.34 tan/ha/tahun (Adams dan Attiwill, 1991). Sementara hutan vine Australia mempunyai julat jatuhan sesampah di antara 8.61-9.68 tan/ha setahun (Spain 1984).

Secara amnya jatuhan sesampah adalah berbeza-beza mengikut formasi, fisiognomi pokok, alamsekitar terutama

ciri-ciri fizikalnya dan juga altitud. Dalam kajian jatuhan sesampah yang dijalankan sekarang terdapat juga persamaan nilai dengan kajian-kajian di luar Malaysia berdasarkan kepada altitud. Haines dan Foster (1977) yang membuat kajian pada altitud 137 m di hutan tropika Panama dan Golley *et al.*, (1975) di hutan Lembab Tropika, Panama yang beraltitud 425 m dari aras laut mencatatkan nilai jatuhan sesampah sebanyak 11.10 tan/ha/tahun dan 10.48 tan/ha/tahun masing-masingnya (Jadual 20).

Jika dibandingkan keputusan-keputusan yang didapati daripada kajian ini dan beberapa kajian lain menunjukkan bahawa nilai jatuhan sesampah adalah berkurangan dengan bertambahnya altitud sesuatu kawasan (Jadual 20).

Jumlah jatuhan komponen-komponen sesampah seperti daun kemungkinan dipengaruhi oleh jumlah hujan yang turun, selain daripada faktor angin dan juga kekuatan jatuhan hujan yang juga mempengaruhinya. Ini berdasarkan kepada jumlah jatuhan sesampah yang juga banyak pada bulan-bulan dimana jatuhan hujan turun dengan banyaknya, iaitu pada bulan Ogos, November 1989 dan April 1990 (Gambarajah 9). Secara amnya, jatuhan hujan juga merupakan salah satu faktor langsung atau tidak langsung yang mempengaruhi jatuhan komponen daun di kedua-dua tapak kajian.

**4.1.6 Jumlah Jatuhan Nutrien**

Jika dibandingkan kandungan nutrien dalam setiap komponen didapati tiada perbezaan yang begitu besar. sebagai contoh, di dalam komponen daun dan reproduktif di hutan dipterokarp tanah pamah. Kandungan nutrien N di dalam daun ialah sebanyak 7.256 mg/g dan dalam komponen reproduktif ialah 7.824 mg/g. Dengan ini adalah sukar dinyatakan komponen manakah yang mengandungi kandungan nutrien yang paling tinggi di antara keempat-empat komponen yang dikaji (Jadual 2a dan 2b).

Sumbangan komponen daun terhadap jatuhan nutrien adalah paling tinggi (Jadual 3a dan 3b). Ini disebabkan komponen daun merupakan penyumbang jatuhan sesampah yang terbesar di antara komponen-komponen lainnya (Jadual 1). Keputusan ini bersetuju dengan yang didapati oleh Edwards (1977a), Klinge (1977a) dan Proctor *et al.*, (1983 dan 1989).

Keputusan jatuhan nutrien daripada kajian-kajian yang telah dijalankan di beberapa kawasan tropika di dunia dilampirkan dalam Jadual 21. Ianya bertujuan sebagai perbandingan dengan keputusan yang diperolehi daripada kajian ini. Keputusan yang didapati mengenai kandungan nutrien-nutrien major dalam jatuhan sesampah, bersetuju dengan keputusan kajian yang telah di jalankan oleh Lim (1973), Palaniappan (1975), Proctor *et al.*, (1983), Proctor

Jadual 21 Jatuhan nutrien (Kg/ha/tahun) daripada kajian di beberapa kawasan di dunia.

| Tempat | -Malaysia | | | | | | | | | | Tasmania | | Puerto Rico | | | Venezuela | | Panama | N Guinea | Indonesia | Brazil |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Penyelidik | Kajian ini | | Palamuppan | Lim | Lim | Mohamed | Proctor *et al.* | | Proctor *et al.* | | Adams & Attiwill | | Lodge *et al.* | | Jordan | Cuevas & Medina | | Golley | Edwards | Bruijnzee | *Klinge |
| | (1992) | | (1975) | (1973) | (1978) | Nor (1989) | (1983) | | (1989) | | (1991) | | (1991) | | (1970) | (1986) | | *et al.* | & Grubb | (1984) | (1977a) |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | (1975) | (1982b) | | |
| Formasi | HDTP | HDB | HDTP | HDTP | HDTP | HDTP | HDTP | Calcareous | HDTP | HDB | hutan temperat | | HHGB hutan hujan | | | Terra | "Tall" | H. Lembab | H H G B | | |
| | Gombak | Gombak | Gombak | Pasoh | Pasoh | Kuala Lumpur | Sarawa | Sarawak | Sabah | Sabah | | | Sub Tropik | | El Verde | Firme | Caatinga | Tropika | H H G A | Java | Amazonia |
| Kation | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| N | 88.62 | 67.97 | 162.70 | 80.50 | - | - | 51.30 | 85.41 | 84.60 | 60.10 | 19.50 | 13.50 | 19.00 | 103.00 | - | 123.88 | 28.00 | - | 90.80 | - | 117.00 |
| P | 8.27 | 6.19 | 9.30 | 2.30 | 2.80 | - | 0.59 | 2.77 | 1.50 | 1.80 | 1.00 | 0.70 | 0.60 | 4.00 | - | 2.28 | 2.00 | 8.50 | 5.12 | 3.70 | 3.25 |
| K | 56.44 | 45.63 | 25.60 | 25.50 | 31.00 | 44.18 | 24.30 | 11.63 | 9.00 | 7.60 | 4.20 | 3.10 | 3.40 | 23.90 | - | 18.24 | 8.40 | 20.00 | 27.80 | 35.00 | 19.73 |
| Ca | 41.31 | 32.85 | 83.70 | 57.00 | 69.00 | 35.56 | 8.10 | 232.14 | 55.50 | 46.80 | 19.70 | 1.68 | 13.00 | 63.20 | 50.00 | 12.92 | 30.80 | 115.00 | 94.70 | 144.00 | 47.40 |
| Mg | 16.35 | 13.25 | 54.60 | 15.70 | 18.00 | 16.88 | 5.94 | 24.09 | 25.10 | 8.00 | 4.80 | 5.00 | 6.00 | 16.10 | 12.00 | 5.32 | 12.40 | 26.00 | 19.20 | 25.00 | 23.20 |
| Na | 25.01 | 20.83 | 4.70 | - | - | 25.23 | - | - | 4.80 | 4.40 | - | - | - | - | 4.00 | - | - | 13.00 | - | 3.00 | 5.95 |
| Zn | 3.44 | 2.98 | - | - | - | 2.60 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Fe | 4.16 | 3.44 | - | - | - | 8.42 | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.80 | - | - | 1.50 | - | 3.70 | - |
| Pb | 2.40 | 1.86 | - | - | - | 2.80 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Mn | 1.70 | 1.18 | 15.10 | - | - | 0.49 | - | - | - | - | - | - | - | - | 2.70 | - | - | 3.00 | - | 0.54 | - |
| Cu | 0.80 | 0.60 | | | | 0.41 | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.11 | - | 0.08 | - |
| Cd | 0.52 | 0.37 | | | | 0.14 | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

H D T P = Hutan Dipterokarp Tanah Pamah

H D B = Hutan Dipterokarp Bukit

H T P = Hutan Tanah Pamah

H H G B = Hutan Hujan Gunung Bawah

H H G A = Hutan Hujan Gunung Atas

- = tak diselidik

* = Purata diambil daripada empat tapak

*et al.*, (1989), di Malaysia. Keputusan ini juga bersetuju dengan beberapa kajian di luar Malaysia seperti yang dilaporkan oleh Klinge (1977a) di Amazonia Brazil, Edwards dan Grubb (1982b) di hutan hujan gunung atas di New Guinea, Cuevas dan Medina (1986) di hutan *terra firme* dan "Tall" Caatinga di Venezuela, Adams dan Attiwill (1991) di hutan temperat Tasmania, Lodge *et al.*, (1991) di hutan hujan gunung bawah dan hutan sub tropika Puerto Rico. Keputusan yang didapati oleh penyelidik-penyelidik ini samada di luar atau dalam Malaysia, mendapati nutrien yang major dalam jatuhan sesampah ialah N, K, Ca, Mg, Na dan P.

Klinge (1977a), Proctor *et al.*, (1989), Adams dan Attiwill (1991) dan Lodge *et al.*, (1991) masing-masing mencatatkan turutan kandungan nutrien major, yang sama di dalam sesampah, iaitu N > Ca > Mg > K > Na > P. Sementara turutan N > Ca > K > Mg > P dicatatkan oleh Lim (1973) di Pasoh Malaysia, Edwards dan Grubb (1982b) di New Guniea dan Lodge *et al.*, (1991) di hutan sub tropika di Puerto Rico. Kajian oleh kesemua penyelidik menunjukkan nutrien yang paling tinggi dalam jatuhan sesampah adalah nitrogen. Sementara nutrien major yang paling sedikit dalam jatuhan sesampah adalah fosforus.

Kajian ini juga menunjukkan nitrogen adalah nutrien yang banyak di dalam jatuhan sesampah, dan yang paling sedikit adalah fosforus. Turutan kandungan nutrien di

kedua-dua tapak kajian hutan dipterokarp tanah pamah dan hutan dipterokarp bukit di Ulu Gombak ialah N > K > Ca > Na > Mg > P, iaitu lebih bersetuju dengan keputusan yang diperolehi oleh Proctor *et al.*, (1983) di hutan dipterokarp campuran Sarawak (Jadual 21).

Dalam kajian-kajian yang dijalankan, kebanyakkan penyelidik kurang menitikberatkan nutrien-nutrien surih dalam jatuhan sesampah. Palaniappan (1975), mencatatkan sebanyak 15.10 kg/ha/tahun manganum (Mn) yang terkandung dalam jatuhan sesampah telah digugurkan ke lantai hutan dipterokarp tanah pamah di Ulu Gombak. Nilai ini adalah lebih tinggi berbanding kajian sekarang, yang mencatatkan nilai 1.70 kg/ha setahun.

Walau bagaimanapun, Mohamed Nor (1989) telah mengkaji bahan-bahan nutrien seperti kajian ini di hutan dipterokarp tanah pamah Kuala Lumpur. Beliau mencatatkan jatuhan Zn sebanyak 2.60 kg/ha/tahun, Fe sebanyak 8.42 kg/ha/tahun, Pb sebanyak 2.80 kg/ha/tahun, Mn sebanyak 0.49 kg/ha/tahun, Cu sebanyak 0.41 kg/ha/tahun dan Cd sebanyak 0.14 kg/ha/tahun.

Dalam kajian ini di hutan dipterokarp tanah pamah nilai-nilai jatuhan nutrien yang seumpamanya adalah Zn sebanyak 3.44 kg/ha/tahun, Fe sebanyak 4.16 kg/ha/tahun, Pb sebanyak 2.40 kg/ha/tahun, Mn sebanyak 1.70 kg/ha/tahun, Cu sebanyak 0.80 kg/ha/tahun dan Cd adalah sebanyak 0.52 kg/ha/tahun. Sementara jatuhan nutrien tersebut di hutan

dipterokarp bukit masing-masing adalah Zn sebanyak 2.98 kg/ha/tahun, Fe sebanyak 3.44 kg/ha/tahun, Pb sebanyak 1.86 kg/ha/tahun, Mn sebanyak 1.18 kg/ha/tahun, Cu sebanyak 0.60 kg/ha/tahun dan Cd sebanyak 0.37 kg/ha setahun. Keseluruhannya nilai yang didapati oleh Mohamed Nor (1989) adalah lebih tinggi berbanding dengan catatan di Ulu Gombak. Ini kemungkinan disebabkan oleh kawasan kajian beliau di Bukit Nanas Kuala Lumpur lebih tercemar kerana terletak di kawasan bandar berbanding dengan kawasan Ulu Gombak yang jauh daripada bandar.

Golley *et al.*, (1975) pula melaporkan sebanyak 1.50 kg/ha/tahun ferum (Fe), 3.00 kg/ha/tahun manganum (Mn) dan 0.11 kg/ha/tahun kuprum (Cu) digugurkan ke lantai hutan lembap tropika Panama. Sementara Bruijnzeel (1984), mendapati jatuhan nutrien Fe, Mn dan Cu di hutan hujan gunung atas Java, Indonesia adalah 3.70 kg/ha/tahun, 0.54 kg/ha/tahun dan 0.08 kg/ha/tahun masing-masingnya. Nilai-nilai yang dicatatkan oleh para penyelidik di atas agak sama dengan keputusan kajian sekarang, kecuali keputusan Palaniappan (1975) (Jadual 21).

## 4.2 PEREPUTAN SESAMPAH

Kajian pereputan sesampah telah dijalankan dengan menggunakan dua kaedah yang telah dinyatakan, menunjukkan bahawa nutrien-nutrien dengan kandungan yang lebih tinggi

akan menyusut dengan kadar yang lebih cepat. Salah satu contohnya ialah nitrogen, kandungannya didapati lebih tinggi jika dibandingkan dengan Mg pada setiap tapak dan komponen. Walau bagaimanapun, didapati penyusutan nutrien N adalah lebih tinggi kadarnya berbanding dengan nutrien Mg (Jadual 5, 6, 7, 8, 9 dan 10).

Untuk nutrien yang sama, kandungannya yang tinggi tidak semestinya menunjukkan kadar penyusutannya juga adalah tinggi. Salah satu contohnya ditunjukkan oleh nutrien P dengan menggunakan kaedah tali. Nilai penyusutan nutrien P di hutan dipterokarp tanah pamah adalah berjulat dari 0.464 hingga 0.741 mg/g (Jadual 5), dan kecerunan graf penyusutannya adalah -0.0114 (Jadual 12). Sementara julat kandungannya di hutan dipterokarp bukit ialah dari 0.519 hingga 0.824 mg/g (Jadual 6) dan kecerunan graf penyusutannya ialah -0.0125 (Jadual 12). Keputusan yang sebegini juga didapati untuk kaedah beg jaring. Ini menunjukkan nutrien yang sama, mempunyai kadar penyusutan yang hampir sama walaupun diperlakukan dalam keadaan yang berbeza.

Jika dibandingkan di antara kaedah tali dan kaedah beg jaring, didapati kadar penyusutan nutrien dengan menggunakan kaedah tali adalah kelihatan lebih tinggi, seperti yang ditunjukkan oleh kecerunan graf penyusutan masing-masing. Salah satu sebab yang mungkin ialah kaedah tali menyediakan permukaan sesampah yang lebih besar untuk

aktiviti pereputan dengan kaedah beg jaring yang lebih tertutup. Melalui kaedah beg jaring, organisma-organisma pereput yang (lebar badannya) lebih besar daripada 2 mm tidak dapat memasuki beg jaring untuk menjalankan aktiviti pereputan. Ini akan merendahkan fragmentasi sesampah (Anderson *et al.*, 1983; Maheswaran and Gunatilleke, 1988).

Kajian oleh Swift *et al.*, (1981) dengan menggunakan kaedah beg jaring kasar dan beg jaring halus mendapati punca penyusutan sesampah dalam beg jaring kasar adalah disebabkan oleh larut resapan komponen terlarut, katabolisma oleh organisma pereput, pengeluaran partikel sesampah dan diikuti oleh pengecilan saiz partikel oleh haiwan. Dalam beg jaring kecil proses larut resapan dan tindak balas katabolisma oleh organisma mikro sahaja yang merupakan punca penyusutan sesampah.

Walau bagaimanapun, dalam kajian yang dijalankan sekarang menunjukkan tiadanya perbezaan yang jelas di antara kadar penyusutan kandungan nutrien dalam pereputan menggunakan kaedah tali dan kaedah beg jaring.

Menerusi kedua-dua kaedah yang digunakan didapati keadaan persekitaran adalah sama bagi sesampah yang terlibat. Walau bagaimanapun, keadaan mikro iklim bagi sesampah adalah tidak sama, kerana pendedahan terhadap kelembapan adalah berbeza menerusi kedua-dua kaedah ini. Ini juga boleh menerangkan mengapa terdapat perbezaan dari

segi kadar penyusutan nutrien (kecerunan graf) untuk kedua-dua kaedah ini.

Apabila altitud semakin tinggi, keadaan persekitaran juga turut berubah, terutamanya suhu dan kelembapan yang boleh mempengaruhi kadar penyusutan nutrien dalam sesampah. Pada altitud yang tinggi suhu adalah semakin rendah dan kelembapan yang terlampau tinggi menyebabkan kadar penyusutan nutrien menjadi semakin rendah. Kajian oleh Meentemeyer (1978) mendapati bahawa kadar pereputan sesampah adalah lebih tinggi di kawasan yang mempunyai kadar evapotranspirasi yang tinggi (suhu yang tinggi dan ketepuan udara yang rendah) berbanding dengan di kawasan yang berada di altitud yang lebih tinggi, di mana suhunya adalah rendah dan kelembapan udaranya adalah tinggi. Kadar pereputan sesampah yang tinggi ini akan meninggikan kadar penyusutan nutrien yang terdapat di dalamnya. Kajian oleh Tanner (1981) mendapati bahawa kadar pereputan sesampah adalah rendah di hutan gunung atas berbanding dengan di hutan hujan tanah pamah. Keadaan ini disebabkan oleh suhu yang rendah, ciri-ciri daun yang berbeza dan kelembapan bandingan yang tinggi.

Kadar pereputan sesampah adalah berbeza dengan jelas di antara satu-satu ekosistem (Olson, 1963). Kadar yang tercepat adalah di kawasan hutan tropika (Jenny *et al.*, 1949) dan yang terlambat di kawasan subalpine (Olson,

1963). Iklim mikro sesuatu kawasan juga mempengaruhi kadar pereputan sesampah di sesuatu kawasan (Furniss dan Ferrar, 1982).

Peratus kadar pereputan di beberapa kawasan kajian oleh penyelidik-penyelidik, dipaparkan dalam jadual 22. Kadar pereputan sesampah menggunakan kaedah tali mencapai nilai 100% pereputan pada minggu ke 34 di hutan dipterokarp tanah pamah. Sementara di hutan dipterokarp bukit 100% pereputan dicapai dalam tempoh masa 36 minggu. Kaedah beg jaring pula mencapai 100% pereputan dalam masa 44 minggu di hutan dipterokarp tanah pamah, dan 46 minggu di hutan dipterokarp bukit. Palaniappan (1975), mengatakan daun *Xerospermum muricatum* (King.) di hutan dipterokarp tanah pamah Ulu Gombak mengambil masa 27 minggu untuk tereput sepenuhnya.

Sementara Leow (1975) mengatakan daun *Dyera costulata* dan *Shorea laprosula* Miq. di hutan dipterokarp tanah pamah Kepong mencapai 100% pereputan dalam masa 83 minggu (62.40% setahun). Di Bukit Laggong pereputan daun *Anisoptera scaphula* (Roxb.) Pierre dan *Shorea platycados* Van SI. ex Faxw. masing-masing mengambil masa 100 dan 122 minggu untuk tereput sepenuhnya iaitu di antara 42.64-52.00% dalam setahun.

Maheswaran dan Gunatilleke (1988), mencatatkan kadar pereputan daun *Cullenia ceylanica* (Gardn.) dan

| | | | | Penyebaran | Kaedah | Tempoh 100% Tereput (minggu) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Kajian Ini (1992) | Gombak Malaysia | HDTP | Campuran | Daun | Tali | 34 |
| | | HDB | Campuran | Daun | Tali | 36 |
| | | HDTP | Campuran | Daun | Beg Jaring | 44 |
| | | HDB | Campuran | Daun | Beg Jaring | 46 |
| Palaniappan (1975) | Gombak Malaysia | HDTP | *Xerospermum muricatum* | Daun | Beg Jaring | 27 |
| Leow (1975) | Kepong, Mal | HDTP | *Dyera costulata* | Daun | Beg Jaring | 83 |
| | Kepong, Mal | HDTP | *Shorea laprosula* | Daun | Beg Jaring | 83 |
| | B. Laggong | HDTP | *Anisoptera scaphula* | Daun | Beg Jaring | 122 |
| | B. Laggong | HDTP | *Shorea platyclados* | Daun | Beg Jaring | 100 |
| Klinge & Rodrigues (1968) | Brazil | HHTP | - | Daun | Beg Jaring | 56 |
| Bernhard (1970) | Ivory Coast | HHTP | - | Daun | Beg Jaring | 12–16 |
| Cornforth (1970) | Trinidad | HHTP | - | Daun | Beg Jaring | 32 |
| Edwards (1977) | New Guinea | HHGB | - | Daun | Beg Jaring | 43 |
| Tanner (1981) | Jamaica | HHGB | Campuran | Daun | Beg Jaring | 76 |
| Tanner (1981) | Jamaica Mor Ridge | HHGA | Campuran | Daun | Beg Jaring | 113 |
| | Jamaica Mull Ridge | HHGA | Campuran | Daun | Beg Jaring | 45 |
| Burth & Voesenek (1987) | Netherland | Middle Marsh | *Limonium vulgare* | Daun | Beg Jaring | 45 |
| | Netherland | Middle Marsh | *Triglochin maritima* | Daun | Beg Jaring | 26 |
| Maheswaran & Gunatilleke (1988) | Sri Lanka | HHTP | *Cullenia ceylanica* | Daun | Beg jaring | 83 |
| | | | *Dicranopteris linearis* | Daun | Beg Jaring | 125 |
| Lowman (1988) | Australia | Subtropika | *Dendrocnide excelsa* | Daun | Beg Jaring | 26 |
| O'Connell (1988) | Australia | Medi. | *Eucalyptus diversicolor* | Daun | Beg Jaring | 378 |

H.D.T.P = hutan dipterokarp tanan pamah
H.D.B = hutan dipterokarp bukit
H.H.T.P = hutan hujan tanah pamah

Medi. = Mediterranean
H.H.G.A = hutan hujan gunung atas
H.H.G.B = hutan hujan gunung bawah

- = tak dinyatakan

*Dicranopteris linear* (Burmf.) di hutan hujan tanah pamah Sri Lanka adalah sebanyak 63.00% dan 41.70% dalam setahun iaitu setiap satunya mengambil masa selama 83 minggu dan 125 minggu untuk mencapai pereputan 100%. Lowman (1988) dan O'Connell (1988), masing-masing mengkaji pereputan daun *Dendrocnide excelsa* dan *Eucalyptus diversicolor* di hutan sub tropika dan hutan mediterranean Australia, melaporkan jangka masa yang diambil untuk mencapai 100% pereputan adalah 26 minggu dan 378 minggu masing-masingnya.

Sementara Klinge dan Rodrigues (1968) mendapati jangka masa yang diambil untuk mencapai 100% pereputan adalah 56 minggu (93.00% setahun) di hutan hujan tanah pamah, Brazil, Bernhard (1970) pula mencatatkan selama 12-16 minggu (330%-420% setahun) di hutan hujan tanah pamah Ivory Coast. Cornforth (1970) mencatatkan jangkamasa pereputan di hutan hujan tanah pamah Trinidad adalah selama 32 minggu dan Edwards (1977) mencatatkan 43 minggu di hutan hujan gunung bawah New Guinea (Jadual 22).

Tanner (1981) mengatakan kadar pereputan di hutan hujan gunung bawah, Jamaica adalah 68.00% setahun (76 minggu untuk mencapai 100% pereputan) dan hutan hujan gunung atas juga di Jamaica adalah berjulat di antara 45.00%-46.00% setahun (113-115 minggu untuk mencapai 100% pereputan). Sementara Burth dan Voesenek (1987), mengatakan kadar pereputan daun *Limonium vulgare* dan *Triglochin*

*maritima* di Netherland mencapai 100% pereputan dalam jangka masa 45 dan 46 minggu masing-masingnya. Daripada perbandingan di atas, secara amnya kadar pereputan sesampah adalah juga bergantung kepada altitud dan formasi sesuatu kawasan.

## 4.3 ARTHROPODA SESAMPAH

Southwood (1961, 1978) mengatakan sesampah daun menjadi sumber makanan kepada pengguna yang mempunyai jangka hidup pendek. Collembola dan Acarina memakan permukaan daun dan membuat lubang di dalamnya (Shanks dan Olson, 1961; Crossley dan Hoglund, 1962; Edwards dan Heath, 1963; Zachariea, 1963). Cacing tanah menarik daun ke dalam lubang tempat tinggalnya (Raw, 1962; Edwards dan Heath, 1963) manakala millipede (Bocock, 1963), tipulid (Priesner, 1961) dan larva bibionid (D'Aguilar dan Bessard, 1963) kesemuanya menghadamkan tisu-tisu daun. Spesis serangga herbivora pula memilih daun yang mereput sebagai sumber makanan (Berrie, 1976).

Mengikut Crossley dan Hoglund (1962), bilangan arthropoda bergantung kepada kelembapan sesampah. Kelembapan sesampah adalah lebih penting daripada suhu dalam pereputan sesampah (Van der Drift, 1963). Begitu juga dengan kajian yang dijalankan pada masa sekarang, menunjukkan bilangan arthropoda di hutan dipterokarp tanah

pamah dan hutan dipterokarp bukit berkorelasi secara bererti dengan peratus kandungan air dalam tanah dan peratus air sesampah pada aras keertian $P < 0.01$ (Jadual 17).

Serangga di tropika memerlukan peratusan kandungan air dalam tanah dan sesampah yang seragam iaitu di antara 54-65.4% untuk membolehkannya terus hidup (Wolda, 1978 dan 1980; Wolda dan Foster, 1978). Ini adalah kerana kebanyakan arthropoda tidak mempunyai lapisan kutikel yang tebal untuk menghalang kehilangan air dari badan.

Kajian di hutan dipterokarp tanah pamah Ulu Gombak menunjukkan bahawa peratus kandungan air dalam sesampah adalah berjulat di antara 30-62% dan kandungan air di dalam tanah adalah pula berjulat di antara 28-32%. Sementara kajian di hutan dipterokarp bukit mencatatkan julat di antara 30-62% untuk kandungan air dalam sesampah, dan 28-32% untuk kandungan air dalam tanah (Jadual 16).

Anggaran yang dibuat oleh Williams (1941) menunjukkan bahawa Acarina, Collembola dan Hymenoptera adalah merupakan 80% dari jumlah fauna yang dikutip (Jadual 23). Sementara Chiba *et al.*, (1975) mengatakan 53.76% arthropoda yang dijumpai adalah terdiri daripada order Acarina diikuti oleh order Hymenoptera (17.38%) dan Collembola (9.098%) di hutan tanah pamah Pasoh. Kajian lain di kawasan hutan yang sama oleh Kondoh *et al.*, (1980) mendapati arthropoda yang paling

23. Perbandingan peratus bilangan Arthropoda dan fauna di beberapa kawasan Hutan Hujan Tropika.

| ik | Kajian Sekarang 1992 | | Chiba *et al.* (1975) | Kondoh *et al.* (1980) | Freda (1985) | Collins (1980) | | Lasebikan 1975 | Levings & Windsor 1982 | Atkin & Proctor 1988 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Gombak | | (Pasoh) | (Pasoh) | Pahang | Gunung Mulu | | Nigerian | Panama | Costa Rica | |
| | HDTP | HDB | HDTP | HDTP | 325 m | 130 m | 500 m | | | 100 m | 500 m |
| | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % |
| | 15.00 | 13.59 | 53.76 | - | 19.01 | - | - | - | - | 5.07 | 7.03 |
| ola | 3.92 | 3.60 | 9.10 | - | 32.76 | - | - | 76.97 | - | 1.40 | 1.08 |
| | - | - | 0.99 | - | - | 2.38 | 1.36 | 0.67 | - | 1.40 | - |
| | - | - | 1.05 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| ra | 1.24 | 1.23 | 0.02 | 0.18 | - | - | - | - | - | - | - |
| e | - | - | 0.02 | 0.33 | - | 0.20 | 0.23 | - | 0.70 | - | - |
| era | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.35 | - |
| | 0.44 | 0.69 | 3.24 | - | - | 64.73 | 44.19 | - | - | 2.27 | 1.08 |
| ra | 1.61 | 2.15 | 0.00 | 0.25 | 3.80 | 0.16 | 0.57 | - | - | 0.52 | - |
| era | 2.21 | 1.60 | - | - | 0.59 | 0.12 | 0.45 | - | - | 0.52 | 2.70 |
| a | 0.04 | 0.07 | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| era | - | - | 1.26 | - | 0.17 | - | - | 4.15 | 1.53 | - | - |
| ra | 0.68 | 0.30 | 2.00 | 0.50 | 1.38 | 0.44 | 0.62 | 4.02 | 2.50 | 2.45 | 1.62 |
| era | 0.23 | 0.35 | - | - | - | - | - | - | 1.02 | - | - |
| ptera | - | - | 0.12 | - | 0.50 | - | - | 1.47 | 2.85 | - | - |
| era | - | - | 0.02 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| era | 1.75 | 1.65 | 0.18 | 0.19 | 0.29 | - | - | - | - | - | 1.62 |
| | 3.57 | 4.76 | 5.61 | 1.16 | 4.85 | 0.12 | 0.51 | - | - | 7.87 | 15.14 |
| ra | 7.24 | 9.01 | 1.46 | 5.68 | 16.42 | 2.78 | 4.93 | 2.68 | 6.19 | 7.34 | 12.97 |
| ptera | 43.54 | 47.03 | 17.39 | 85.53 | 17.59 | 20.54 | 41.12 | 3.22 | 49.73 | 49.83 | 33.51 |
| a | 1.69 | 1.55 | 0.06 | 0.36 | - | 1.25 | 0.74 | 0.80 | 6.05 | 4.72 | 3.24 |
| a | 2.52 | 1.73 | 0.38 | 1.29 | 0.13 | 2.10 | 1.64 | 1.07 | 1.48 | 0.52 | - |
| a | - | - | 0.91 | - | - | 0.77 | 0.51 | 1.34 | - | 0.35 | - |
| da | - | - | 0.69 | - | - | - | - | 0.93 | - | - | - |
| ida | - | - | 0.00 | 0.04 | - | - | - | - | - | - | - |
| corpionida | 7.14 | 4.69 | 0.70 | - | 0.63 | 0.24 | - | 1.47 | 7.36 | 1.05 | 1.08 |
| ida | - | - | 0.15 | - | - | 0.32 | 0.06 | 0.53 | - | - | - |
| s | - | - | 0.02 | 0.27 | - | 0.69 | 0.17 | - | - | - | 1.62 |
| | 3.11 | 3.73 | 0.52 | 2.54 | 1.21 | 1.49 | 1.82 | 0.27 | 5.71 | 4.55 | 1.62 |
| | 4.10 | 2.27 | 0.15 | 0.33 | 0.67 | 1.65 | 1.08 | 0.40 | 2.59 | 6.99 | 10.27 |
| da | - | - | - | - | - | - | - | - | 4.95 | - | - |
| olous | - | - | - | - | - | - | - | - | 7.33 | - | - |
| idea | - | - | 0.02 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| eta | - | - | 0.08 | 1.34 | - | - | - | - | - | 2.80 | 5.41 |
| la | - | - | 0.08 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| la | - | - | 0.01 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

Hutan Dipterokarp Tanah Pamah

HDB = Hutan Dipterokarp Bukit

dominan adalah daripada order Hymenoptera iaitu sebanyak 85.53% daripada jumlah arthropoda yang disampel. Order kedua dominan yang ditemuinya adalah Coleoptera (5.68%) diikuti oleh order Arachnida sebanyak 2.53%. Noraina (1989) pula mengatakan secara keseluruhannya order Acarina, Hymenoptera, Collembola, dan Coleoptera adalah yang paling dominan dan tinggi taburannya di lantai hutan.

Freda (1985) mengatakan order-order arthropoda dominan yang ditemui di kawasan kajiannya adalah Collembola, Acarina, Hymenoptera dan Coleoptera. Sebanyak 32.76% arthropoda yang ditemui adalah dari order Collembola. Sementara nilai-nilai untuk Acarina, Hymenoptera dan Coleoptera masing-masing adalah 19.01%, 17.59% dan 16.42%.

Collins (1980) juga pernah menyelidiki bilangan arthropoda, di kawasan Gunung Mulu Sarawak pada altitud 130m dan 500m daripada aras laut. Beliau mendapati order yang paling dominan adalah Isoptera iaitu sebanyak 64.72% (altitud 130m), dan di altitud 500m sebanyak 44.18% Isoptera telah ditemui daripada jumlah keseluruhan arthropoda. Order kedua dominan yang dicatatkan ialah Order Hymenoptera, iaitu sebanyak 20.54% di altitud 130m dan 41.12% di kawasan yang beraltitud 500m. Sementara order ketiga dominan adalah Coleoptera iaitu sebanyak 2.78% di kawasan beraltitud 130m dan 4.93% di kawasan beraltitud 500m.

Kajian Lasebikan (1975) di Nigeria mencatatkan sebanyak 76.96% Collembola di kawasan kajiannya. Beliau melaporkan order kedua dan ketiga dominan adalah terdiri dari order-order Psocoptera (4.15%) dan Hemiptera (4.02%). Di Costa Rica, kajian telah dijalankan di dua kawasan altitud yang berbeza, iaitu 100m dan 500m (Atkin dan Proctor 1988). Mereka mengatakan order Hymenoptera merupakan yang paling banyak bilangannya di kedua-dua kawasan kajian. Sebanyak 49.82% Formicidae telah ditemui daripada jumlah arthropoda di kawasan altitud 100m dan 33.51% di altitud 500m. Order kedua terbanyak yang ditemuinya adalah datangnya dari Diptera iaitu sebanyak 7.86% (100m) dan 15.13% (500m). Sementara Coleoptera merupakan order yang ketiga banyaknya ditemui, iaitu 7.34% (100m) dan 12.97% (500m).

Levings dan Windsor (1982) juga melaporkan Hymenoptera merupakan order yang paling dominan (49.7%) daripada order-order lain yang ditemuinya di kawasan kajiannya. Order yang kedua dan ketiga dominan dijumpai di kawasan kajiannya adalah Pseudoscorpionida (7.36%) dan Holometabolous (7.33%) (Jadual 23).

Kajian yang dijalankan sekarang menunjukkan order yang terbanyak ditemui lebih menyerupai kajian yang dijalankan di Pasoh (Kondoh *et al.*, 1980), di Panama (Levings dan Windsor, 1982) dan di Costa Rica (Atkin dan Proctor, 1988).

Sebanyak 43.53% bilangan arthropoda yang ditemui adalah dari order Hymenoptera di hutan dipterokarp tanah pamah dan daripada nilai tersebut sebanyak 93.98% adalah formicidae. Sementara itu di hutan dipterokarp bukit sebanyak 47.03% bilangan arthropoda yang ditemui ialah Hymenoptera dan daripada nilai tersebut 93.45% adalah formicidae. Sebanyak 14.99% arthropoda yang ditemui di hutan dipterokarp tanah pamah adalah Acarina dan 13.59% dari arthropoda di hutan dipterokarp bukit adalah Acarina, yang merupakan order kedua terbesar dicatatkan selepas Hymenoptera. Sementara Coleoptera merupakan order ketiga terbesar ditemui di hutan dipterokarp tanah pamah dan hutan dipterokarp bukit dengan nilai masing-masing sebanyak 7.24% dan 9.01% (Jadual 23).

Secara amnya juga bilangan Hymenoptera dan Acarina di hutan dipterokarp tanah pamah dan hutan dipterokarp bukit adalah berbeza, begitu juga dari jumlah keseluruhan arthropoda yang ditemui adalah berbeza di antara kedua-dua tapak.

## 4.4 TANAH

### 4.4.1 Ciri-Ciri Fizikal Tanah

Dalam kajian yang telah dijalankan oleh Edwards dan Grubb (1982a) di New Guinea, Sherell dan McIntosh (1987) di Kaiwara District, New Zealand, Fox dan Comerford (1992) di Barat Daya Amerika, Whitmore dan Burnham (1969) di Bukit

Laggong Kuala Lumpur dan Ulu Kali, Pahang dan Allbrook (1973) di Pasoh, Negri Sembilan, kesemuanya mendapati bacaan pH lebih tinggi di lapisan bawah berbanding lapisan atas.

Edwards dan Grubb (1982a) mendapati pH lapisan atas ialah 5.60 dan lapisan bawah adalah 6.60. Sementara Sherrell dan McIntosh (1987) pula mencatatkan pH kawasan tanah rendah di tapak kajiannya adalah 5.72 untuk lapisan atas dan 5.78 bagi lapisan bawah. Sementara nilai-nilai pH lapisan atas dan bawah untuk penyelidik lain dapat dilihat dalam jadual 24.

Walau bagaimanapun Nye (1955) yang menjalankan kajian di Nigeria mendapati nilai bacaan pH lapisan atas adalah lebih tinggi berbanding dengan nilai pH lapisan bawah. Nilai pH yang diperolehi di tapak kajian beliau ialah 6.70 untuk lapisan atas dan 6.00 untuk lapisan bawah. Sementara Aweto (1987) pula mendapati pH di kawasan kajiannya (Barat Daya Nigeria) adalah 5.0 bagi lapisan atas dan 4.8 bagi lapisan bawah.

Dalam kajian di hutan sal dan hutan pine-campuran Himalaya India Upadhyay dan Singh (1989) mencatatkan bacaan pH sebanyak 6.80 dan 6.60 untuk tanah lapisan atas setiap satunya. Sementara pH untuk lapisan bawah tidak dikaji oleh beliau.

Palaniappan (1975), mencatatkan nilai pH di lapisan atas adalah di antara 4.75-4.85, sementara lapisan bawah di

Jadual 2.4 : Perbandingan sifat-sifat tanah di beberapa kawasan

| Penyelidik | Lokasi | Formasi Hutan | Kedalaman (sm) | K.O. (%) | pH | Tekstur (%) Pasir | Lodak | Lumpur | Suhu (°C) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Kajian Ini (1992) | Gombak, Selangor Malaysia | HDTP T 1 | 0 - 10 | 2.78 | 5.08-5.05 | 80.0 | 11.0 | 9.0 | 23.70 |
| | | | 10 - 20 | 2.44 | 5.44-5.30 | 81.0 | 10.0 | 9.0 | 22.55 |
| | | HB T 2 | 0 - 10 | 2.34 | 5.06-5.04 | 78.0 | 15.0 | 7.0 | 23.45 |
| | | | 10 - 20 | 2.01 | 5.34-5.24 | 80.0 | 10.0 | 10.0 | 22.70 |
| Palaniappan (1975) | Gombak, Selangor Malaysia | HDTP | L. atas | 1.62 | 4.75 | 62.0 | 12.0 | 26.0 | - |
| | | | L. bawah | 1.28 | 4.75 | 64.0 | 14.0 | 22.0 | - |
| | | HDTP | L. atas | 1.47 | 4.86 | 63.0 | 9.0 | 28.0 | - |
| | | | L. bawah | 1.25 | 4.80 | 69.0 | 11.0 | 20.0 | - |
| Whitmore & Burnham (1969) | Kuala Lumpur Malaysia | HDTP | L. atas | 5.40 | 4.10 | 46.0 | 10.0 | 44.0 | - |
| | | | L. bawah | 2.30 | 4.30 | 49.0 | 8.0 | 43.0 | - |
| | | HB | L. atas | 5.30 | 4.00 | 49.0 | 8.0 | 43.0 | - |
| | | | L. bawah | 1.70 | 4.20 | 61.0 | 10.0 | 29.0 | - |
| | Ulu Kali, Pahang | Gunung atas | L. atas | 3.40 | 3.80 | 28.0 | 26.0 | 46.0 | - |
| | | | L. bawah | 2.70 | 4.60 | 35.0 | 24.0 | 41.0 | - |
| Allbrook (1973) | Pasoh Negri Sembilan | HDTP (tanah siri marang) | L. atas | 3.14 | 4.50 | 28.1 | 11.0 | 25.0 | - |
| | | | L. bawah | 0.54 | 4.60 | 19.1 | 10.0 | 40.0 | - |
| | | HDTP (tanah siri durian) | L. atas | 2.70 | 4.50 | 39.0 | 16.0 | 36.5 | - |
| | | | L. bawah | 0.50 | 4.30 | 24.1 | 22.0 | 48.5 | - |
| | | HDTP (tanah siri muchong) | L. atas | 2.60 | 4.30 | 29.7 | 10.0 | 42.5 | - |
| | | | L. bawah | 0.30 | 4.40 | 43.5 | 9.0 | 36.5 | - |
| Nye (1955) | Nigeria | - | L. atas | 0.79 | 6.70 | - | - | - | - |
| | | | L. bawah | 1.42 | 6.00 | - | - | - | - |
| Upadhyay & Singh (1989) | Himalaya Tengah India | Hutan Sal | L. atas | 1.10 | 6.80 | 80.0 | 14.0 | 6.0 | - |
| | | H. Pine-Campuran | | | | | | | - |
| | | | L. atas | 3.50 | 6.60 | 82.0 | 10.0 | 8.0 | - |
| Fox & Comerford (1992) | Barat-Daya Amerika | - | L. atas | 0.98 | 4.22 | 94.0 | - | 1.0 | - |
| | | | L. bawah | 0.90 | 4.38 | 83.0 | - | 6.0 | - |

K.O. = Karbon organik
- = Tidak diselidik

antara 4.75-4.80 di hutan dipterokarp tanah pamah, Ulu Gombak.

Dalam kajian yang dijalankan sekarang, didapati bahawa nilai bacaan pH adalah kelihatan lebih besar mengikut kedalaman dikedua-dua formasi hutan. Bagi hutan dipterokarp tanah pamah pHnya berjulat di antara 5.05-5.08 di lapisan atas dan 5.30-5.44 di lapisan bawah. Sementara bagi hutan dipterokarp bukit pH lapisan atas di antara 5.04-5.06 dan lapisan bawah 5.24-5.34 (Jadual 24).

Nilai kandungan karbon organik yang dipaparkan dalam jadual 24 kelihatan lebih tinggi di lapisan atas dan di hutan tanah pamah berbanding dengan hutan bukit, (Whitmore dan Burnham, 1969). Kajian mereka di Bukit Lagong (265 m) mencatatkan nilai karbon organik di lapisan atas tanah adalah 5.40% dan nilai di lapisan bawah adalah 2.30%. Sementara karbon organik di hutan bukit bernilai 5.30% di lapisan atas dan 1.70% di lapisan bawah. Kajian di Ulu Kali memberikan nilai peratus karbon organik sebanyak 13.40% di lapisan atas dan 2.70% di lapisan bawah.

Palaniappan (1975) pula mencatatkan sebanyak 1.47%-1.62% karbon organik terdapat di lapisan atas dan 1.25%-1.28% terdapat di lapisan bawah (Jadual 24). Keputusan yang di dapati di hutan dipterokarp Pasoh menunjukkan bahawa lapisan atas mengandungi peratus karbon organik sebanyak 3.14% untuk tanah Siri Marang, 2.70% untuk tanah siri durian dan 2.60% untuk tanah Siri Munchong. Nilai-nilai

seumpamanya adalah 0.54% untuk tanah Siri Marang, 0.50% untuk tanah Siri Durian dan 0.30% untuk tanah Siri Munchong, di lapisan bawah (Allbrook, 1973). Sementara Ashton (1964) dan Andriesse (1971) mendapati kandungan karbon organik di hutan dipterokarp Sarawak lapisan atas masing-masing adalah 1.9% dan 3.6%. Sementara bagi lapisan bawah masing-masing adalah 1.5 dan 2.1%.

Di Nigeria, Aweto (1987) dan Fox dan Comerford (1992), di Barat Daya Amerika, masing-masing mendapati sebanyak 1.39% dan 0.98% karbon organik di lapisan atas. Sementara di lapisan bawah nilai yang seumpamanya adalah 0.52% dan 0.9%. Upadhyay dan Singh (1989) mencatatkan sebanyak 1.1% dan 3.5% karbon organik boleh didapati di lapisan atas hutan sal dan hutan pine-campuran masing-masingnya.

Keputusan yang di dapati di hutan dipterokarp tanah pamah di Ulu Gombak adalah 2.78% di lapisan atas dan 2.44% di lapisan bawah. Sementara peratus karbon organik di hutan dipterokarp bukit ialah 2.34% di lapisan atas dan 2.01% di lapisan bawah. Keadaan yang serupa juga didapati dalam kajian Whitmore dan Burnham (1969). Keadaan ini kemungkinan disebabkan oleh kadar jatuhan sesampah di hutan dipterokarp bukit yang lebih rendah tetapi, mempunyai kadar pereputan yang hampir sama berbanding dengan hutan tanah pamah (Fong *et al.*, 1989).

**4.4.2 Nutrien Tanah**

Allbrook (1973), Palaniappan (1975), Edwards dan Grubb (1982a), Aweto (1987), Sherrell dan McIntosh (1987), Teuro *et al.*, (1987), Maheswaran dan Gunatilleke (1988), O'Connell (1988) dan Adams dan Attiwill (1991) kesemuanya mendapati bahawa nilai kandungan nutrien adalah kelihatan lebih banyak terdapat di lapisan atas tanah berbanding dengan bawah tanah.

Teuro *et al.*, (1987) mendapati kandungan Ca berjulat di antara 0.01-1.2, Mg berjulat di antara 0.01-0.82, K berjulat di antara 0.01-0.4, Na berjulat di antara 0.03-0.037 milliequivalent/100 gram (meq/100g) tanah di lapisan atas. Sementara nilai-nilai seumpamanya di lapisan bawah masing-masing adalah 0.01-0.06, 0.01-0.05, 0.02-0.08, 0.02-0.16 meq/100g.

Allbrook (1973) mendapati Ca, Mg, Na dan K yang boleh ditukarganti di lapisan atas hutan dipterokarp tanah pamah Pasoh (tanah Siri Marang) masing-masing adalah 0.022, 0.034, 0.035 dan 0.005 ppm (Jadual 25). Tukarganti kation di lapisan bawah pula adalah 0.038, 0.007, 0.006 dan 0.003 ppm. Hutan dipterokarp tanah pamah (tanah Siri Durian) mencatatkan nilai-nilai Ca sebanyak 0.084 ppm, Mg sebanyak 0.076 ppm, Na sebanyak 0.006 ppm dan K sebanyak 0.004 ppm di lapisan atas, dan nilai seumpamanya di lapisan bawah adalah Ca sebanyak 0.014 ppm, Mg sebanyak 0.008 ppm, Na

| Penyelidik | Lokasi | Formasi Hutan | Kedalaman (sm) | Kation (ppm) | | | | | | | | | | (%) | (mg/g) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Na | K | Mg | Ca | Mn | Cu | Cd | Fe | Zn | Pb | Jumlah N | Jumlah P |
| Kajian Ini | Gombak, | HDTP | 0 - 10 | 0.730 | 3.380 | 4.764 | 8.341 | 0.795 | 0.019 | 0.003 | 0.003 | 0.050 | 0.043 | 1.122 | 1.846 |
| (1992) | Selangor | (TI) | 10 - 20 | 0.586 | 3.666 | 2.805 | 5.026 | 0.691 | 0.023 | 0.002 | 0.002 | 0.063 | 0.038 | 1.033 | 1.026 |
| | Malaysia | | | | | | | | | | | | | | |
| | | HB | 0 - 10 | 0.448 | 3.107 | 1.382 | 6.466 | 0.101 | 0.012 | 0.002 | 0.012 | 0.030 | 0.074 | 1.065 | 1.232 |
| | | (TII) | 10 - 20 | 0.434 | 2.180 | 0.869 | 4.371 | 0.201 | 0.025 | 0.002 | 0.012 | 0.040 | 0.042 | 0.986 | 0.987 |
| Palaniappan | Gombak, | HDTP | L. atas | 3.630 | 6.510 | 6.650 | 7.200 | - | - | - | - | - | - | 0.126 | - |
| (1975) | Selangor | | L. bawah | 2.170 | 4.200 | 4.470 | 5.080 | - | - | - | - | - | - | 0.092 | - |
| | Malaysia | | | | | | | | | | | | | | |
| | | HDTP | L. atas | 3.700 | 4.610 | 5.900 | 6.170 | - | - | - | - | - | - | 0.129 | - |
| | | | L. atas | 2.980 | 3.680 | 4.940 | 5.550 | - | - | - | - | - | - | 0.099 | - |
| Allbrook | Pasoh | HDTP (tanah) | L. atas | 0.005 | 0.035 | 0.034 | 0.022 | - | - | - | - | - | - | 0.310 | 1.000 |
| (1973) | N. Sembilan | siri marang) | L. bawah | 0.003 | 0.006 | 0.007 | 0.038 | - | - | - | - | - | - | 0.070 | 0.300 |
| | Malaysia | | | | | | | | | | | | | | |
| | | HDTP (tanah) | L. atas | 0.004 | 0.006 | 0.076 | 0.084 | - | - | - | - | - | - | 0.270 | 1.450 |
| | | siri durian) | L. bawah | 0.003 | 0.020 | 0.008 | 0.014 | - | - | - | - | - | - | 0.170 | 1.000 |
| | | HDTP (tanah) | L. atas | 0.005 | 0.018 | 0.039 | 0.028 | - | - | - | - | - | - | 0.270 | 1.000 |
| | | siri muchong) | L. bawah | 0.004 | 0.003 | 0.006 | 0.013 | - | - | - | - | - | - | 0.040 | 0.500 |
| Nye | Nigeria | | L. atas | 0.040 | 0.043 | 0.180 | 0.320 | 0.004 | - | | - | - | - | - | - |
| (1955) | | | L. atas | 0.034 | 0.045 | 0.150 | 0.410 | 0.011 | - | | - | - | - | - | - |
| Edwards & Grubb | N.Guinea | Gunung | L. atas | 0.002 | 0.003 | 0.047 | 0.104 | - | - | - | - | - | - | 1.480 | 1.300 |
| (1982a) | | Atas | L. bawah | 0.002 | 0.002 | 0.012 | 0.027 | - | - | - | - | - | - | 1.170 | 1.350 |
| Maheswaran & | Sri Lanka | H.Hujan | L. atas | - | 3.950 | 2.940 | 6.610 | - | - | - | - | - | - | - | 2.620 |
| Gunatilleke | | T. Pamah | | | | | | | | | | | | | |
| (1988) | | | | | | | | | | | | | | | |
| O'Connell | Australia | Mediterranean | L. atas | 0.017 | 0.028 | 0.283 | 0.880 | - | - | - | - | - | - | 0.350 | 10.100 |
| (1988) | | | L. bawah | 0.017 | 0.027 | 0.192 | 0.565 | - | - | - | - | - | - | 0.200 | 6.600 |
| Upadhyay & | Himalaya | H. Sal | L. atas | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.150 | - |
| Singh (1989) | India | H. Pine | L. atas | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 0.300 | - |
| | | Campuran | | | | | | | | | | | | | |
| Adams & | Tasmania | H. Hujan | L. atas | 0.022 | 0.072 | 0.125 | 0.260 | - | - | - | - | - | - | 0.700 | - |
| Attiwill (1991) | | Temperat | L. bawah | 0.026 | 0.021 | 0.008 | 0.022 | - | - | - | - | - | - | 0.110 | - |

HDTP = Hutan Dipterokarp Tanah Pamah
HDB = Hutan Dipterokarp Bukit

- = Tak diselidik
L = Lapisan

sebanyak 0.020 ppm dan K sebanyak 0.003 ppm. Sementara tanah Siri Munchong nilai-nilai yang serupa dengannya adalah Ca sebanyak 0.028 ppm, Mg sebanyak 0.039 ppm, Na sebanyak 0.018 ppm dan K sebanyak 0.005 ppm di lapisan atas, dan di lapisan bawah adalah Ca sebanyak 0.013 ppm, Mg sebanyak 0.006 ppm, Na sebanyak 0.003 ppm dan K sebanyak 0.004 ppm.

Kebanyakkan kajian-kajian yang dijalankan oleh para penyelidik seperti, Allbrook (1973), Palaniappan (1975), Edwards dan Grubb (1982a), O'Connell (1988) dan Adams dan Attiwill (1991) lebih mengutamakan kajian kation Ca, Mg, K dan Na. Hanya Nye (1955) menambah satu lagi kation iaitu Mn dalam kajiannya di Nigeria. Bagaimanapun Maheswaran dan Gunatilleke (1988) hanya mengkaji kation Ca, Mg dan K dalam kajiannya.

Palaniappan (1975), Edwards dan Grubb (1982a), O'Connell (1988) dan Adams dan Attiwill (1991), masing-masing mengatakan turutan nutrien dalam tanah adalah Ca > Mg > K > Na di lapisan atas. Bagaimanapun Maheswaran dan Gunatilleke (1988) melaporkan turutan yang didapatinya adalah Ca> K > Mg untuk tanah lapisan atas. Mereka juga mendapati keputusan turutan yang serupa di lapisan bawah, kecuali Maheswaran dan Gunatilleke (1988) yang tidak menjalankan kajian untuk tanah lapisan bawah.

Kajian yang dijalankan sekarang menunjukkan turutan kation yang terdapat dalam tanah adalah Ca > Mg > K > Mn > Na > Zn > Pb > Cu > Fe = Cd di hutan dipterokarp tanah

pamah lapisan atas. Turutan ini, terutamanya nutrien major (utama) menyerupai keputusan kajian yang dijalankan oleh Palaniappan (1975), Edwards dan Grubb (1982a), O'Connell (1988) dan Adams dan Attiwill (1991). Sementara lapisan bawah juga mempunyai turutan yang serupa kecuali K menduduki tempat yang kedua dan Mg di tempat yang ketiga, menyerupai kajian yang dijalankan oleh Maheswaran dan Gunatilleke (1988).

Sementara keputusan turutan kation di hutan dipterokarp bukit adalah Ca > K > Mg > Na > Mn > Pb > Zn > Cu = Fe > Cd di lapisan atas. Sementara turutan di lapisan bawah adalah Ca > K > Mg > Na > Mn > Pb > Zn > Cu > Fe > Cd. Dari keputusan-keputusan yang didapati menunjukkan turutan kation yang boleh ditukarganti dalam tanah adalah berbeza-beza mengikut tempat dan formasi kajian. Allbrook (1973) juga mendapati turutan kation berbeza-beza di ketiga-tiga kawasan kajiannya di hutan dipterokarp tanah pamah Pasoh. Ini mungkin disebabkan kadar larutresapan, jenis tanah dan berbagai faktor lain yang berbeza.

Jumlah peratus nitrogen dalam tanah adalah kelihatan lebih tinggi dalam kajian ini berbanding dengan kajian yang dijalankan oleh Allbrook (1973) di Pasoh, Palaniappan (1975) di Gombak, Maheswaran dan Gunatilleke (1988), O'Connell (1988), Upadhyay dan Singh (1989) dan Adams dan Attiwill (1991) (Jadual 25). Walau bagaimanapun, Edwards dan Grubb (1982a) mencatatkan peratus nitrogen yang lebih

tinggi di kedua-dua lapisan tanah. Ini kemungkinan disebabkan oleh nilai kandungan nitrogen yang terdapat di dalam jatuhan nutrien di kawasan kajian ini agak lebih tinggi iaitu bandingan antara kajian ini dan Adams dan Atiwill (1991).

Sementara jumlah fosforus dalam tanah yang dicatatkan di hutan dipterokarp tanah pamah Ulu Gombak adalah sama dengan kajian-kajian lain di kedua-dua lapisan tanah (Jadual 25). Jumlah fosforus dalam tanah yang didapati dalam kajian ini adalah 1.846 mg/g di hutan dipterokarp tanah pamah lapisan atas dan 1.026 mg/g di lapisan bawah. Sementara di hutan dipterokarp bukit sebanyak 1.232 mg/g fosforus didapati di lapisan atas dan 0.987 mg/g di lapisan bawah. Allbrook (1973), Edwards dan Grubb (1982a) masing-masing mencatatkan jumlah fosforus lebih daripada 1.0 mg/g tetapi kurang daripada 1.5 mg/g. Manakala Maheswaran dan Gunatilleke (1988), mencatatkan jumlah fosforus di kawasan kajiannya adalah sebanyak 2.62 mg/g. Di lapisan atas hutan mediterranean Australia sebanyak 10.1 mg/g fosforus telah dicatatkan oleh O'Connell (1988), sementara di lapisan bawahnya sebanyak 6.6 mg/g fosforus telah dicatatkan (Jadual 25).