

Litter Decomposition on the Old Parak Ecosystem in Maninjau West Sumatra Indonesia

Reki Kardiman^{1*}, David Simangunsong¹

¹ Prodi Biologi, Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang, Padang, Indonesia

*Correspondence author : erka@unp.ac.id

ABSTRACT. This study aimed to analyze the rate of litter decomposition on the old parak ecosystem in Maninjau, Tanjung Raya District, Agam Regency, West Sumatra Indonesia. Data were collected at four different villages, each was located at one compass point surrounding the Maninjau Lake. The sites were purposively selected according to the zonation of vegetation, where the parak ecosystem appeared between paddy field and forest. Three of 20x20 m plots were established at each location, in which one of 1x1 meter subplot was established in the centre, given 12 subplots in total. All litters within the subplots were measured the wet weight, about 800 g of the litters were collected, 200 grams of it were dried, while other 600 grams were placed into six litter bags (100 grams each) and placed again at each subplot. Two litter bags were collected each month, dried and analyzed the rate and percentage of decomposition. The results showed that average of litters on 1 m² of parak was 637 g and 500 g were the biomass. The average of those litter decomposition rate at parak ecosystem in Maninjau was 0.6 g/day, and 50% litters were decomposed in 90 days. The rate of decomposition of litter varied between locations, the lowest decomposition rate was found at the western part of the Maninjau Lake, especially for the leaves litters. This study revealed that parak ecosystem in Maninjau requires six month decomposition to completely change the litters into soil, and with about 6.4 tons of litters per hectare, this provides 5 tons of organic matters for each hectare of parak ecosystem.

Keywords: Agroforestry, parak, decomposition, litter, Maninjau

ABSTRAK. Penelitian ini ditujukan untuk menganalisis laju dekomposisi serasah pada ekosistem parak di Maninjau, Kecamatan Tanjung Raya Kabupaten Agam Sumatera Barat. Data diambil pada empat nagari berbeda, masing-masingnya mewakili satu arah mata angin Danau Maninjau. Lokasi dipilih secara purposive berdasarkan zona vegetasi, dimana ekosistem parak terletak antara persawahan dan hutan. Tiga buah plot 20x20 m dibuat pada masing-masing lokasi, di tengahnya terdapat satu subplot berukuran 1x1 m, sehingga terdapat 12 subplot total. Semua serasah di dalam subplot ditimbang berat basahanya, dan 800 g dari serasah tersebut dikoleksi, 200 g untuk dikeringkan dan 600 g lainnya ditempatkan pada enam kantong serasah (100 g masing-masingnya) dan ditempatkan kembali ke dalam sub plot. Dua kantong serasah diambil setiap bulan, dikeringkan dan dianalisis laju dan persentase dekomposisinya. Penelitian ini menemukan bahwa rata-rata terdapat 637 g serasah pada setiap 1 m² parak, dan sekitar 500 g adalah biomasanya. Rata-rata laju dekomposisi serasah pada ekosistem parak di Maninjau adalah 0.6 g/day, dan 50% serasah terdekomposisi pada hari ke 90. Laju dekomposisi serasah beragam antar lokasi, yang paling rendah ditemukan pada bagian barat danau Maninjau, khususnya untuk serasah daun. Penelitian ini mengungkapkan bahwa ekosistem parak di Maninjau membutuhkan waktu enam bulan dekomposisi untuk sepenuhnya merubah serasah menjadi tanah, dan dengan 6.4 ton serasah per hektar, parak menyediakan 5 ton biomasa pada setiap hektar lahannya.

Kata kunci: Agrofores, parak, dekomposisi, serasah, Maninjau



This is an open access article distributed under the Creative Commons 4.0 Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited. ©2024 by author.

1. PENDAHULUAN

Parak adalah istilah lokal daerah Sumatera Barat untuk suatu sistem yang digunakan dalam pengelolaan suatu petak lahan pertanian yang didalamnya ditumbuhi beragam jenis tanaman berupa pohon, umumnya di Indonesia dikenal dengan istilah agroforestri. Agroforestri disebut juga sebagai tree crop, sistem agroforestri ini memanfaatkan sebagian kawasan hutan alam yang dijadikan perkebunan tanpa merusak hutan itu sendiri, dan oleh masyarakat di Sumatera, agroforest juga disebut sebagai parak, repong, kebun ataupun pelak (Foresta et al., 2000).

Agroforest dapat menjadi zona penyangga kawasan konservasi melalui nilai ekonomi dan ekologi yang ditawarkannya (Murniati et al. 2001). Salah satu kawasan agroforestri yang memiliki peran penyangga bagi kawasan konservasi adalah agroforest di sekeliling Danau Maninjau Kecamatan Tanjung Raya Sumatera Barat. Pada daerah ini, agroforest dikenal juga dengan istilah parak, dimana Parak di Tanjung Raya merupakan suatu kebun atau pepohonan campuran yang ditanam dan telah membentuk struktur tegakan pohon menyerupai hutan dan dikelola oleh penduduk setempat secara turun temurun (Michon et al., 1986), dengan tujuan menjaga kearifan lokal sekaligus bermanfaat untuk kesejahteraan masyarakat yang ada disana (Yanti, 2016). Lebih lanjut Michon et al. (1986) menerangkan bahwa parak di kawasan danau Maninjau diisi oleh beragam jenis pohon penghasil buah, getah, kayu dan kulit kayu, dan semua komoditas tersebut sengaja ditanam untuk menghasilkan nilai ekonomi. Keberhasilan suatu ekosistem parak dalam menghasilkan nilai ekonomi tersebut ditentukan oleh peran masyarakat dalam mengelolanya, salah satunya adalah mengelola siklus hara tanah. Tetapi pada kenyataannya parak tidak dikelola secara intens, dimana parak umumnya hanya dikelola (contohnya pembersihan gulma) pada saat-saat tertentu saja, yaitu pada musim panen produk suatu komoditas (misalnya durian).

Unsur hara tanah sebagai komponen utama penyokong produktifitas tanaman parak cenderung dibiarkan terbentuk secara alami dari proses dekomposisi material organik, hampir tidak pernah ditemukan ada penambahan unsur hara melalui pemupukan. Dekomposisi adalah kunci dari siklus unsur hara, material organik tanaman yang sudah menjadi serasah akan menjadi unsur hara. Bargali et al., (2015) mengatakan bahwa setiap bahan organik atau serasah yang dihasilkan oleh tumbuhan akan jatuh ke tanah dan mengalami dekomposisi atau proses pelepasan, kemudian terbentuk unsur hara dalam tanah. Sebagai sebuah kawasan dengan tujuan ekonomi, proses dekomposisi material organik harusnya berlangsung cepat agar setiap komoditas yang ditanam dapat menghasilkan produk dengan optimal. Walaupun demikian, dekomposisi serasah dapat

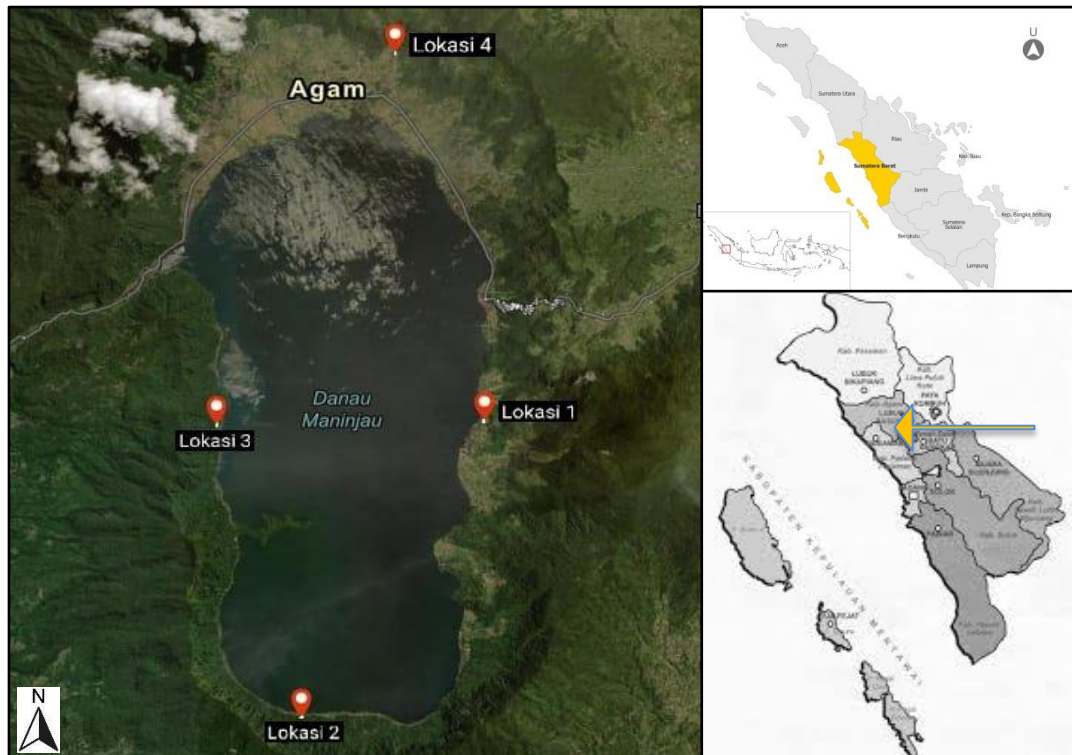
berlangsung lama tergantung keanekaragaman tumbuhannya, seperti Harmita (2011) yang melaporkan bahwa 38% serasah pada kawasan dengan keanekaragaman tumbuhan yang tinggi masih tersisa setelah delapan bulan proses dekomposisi, tetapi hanya 23% serasah tersisa ketika ragam tumbuhannya rendah.

Kawasan dengan keanekaragaman rendah dapat dicontohkan berupa agroforestri dengan satu atau dua jenis tumbuhan saja, misalnya agroforestri kopi yang dapat mencapai dekomposisi total dalam tujuh sampai 21 minggu, dan kecepatan dekomposisi tersebut juga tergantung pada kandungan lignin pada serasah (Khurniawati 2019). Parak dapat digolongkan pada kawasan dengan tingkat keanekaragaman sedang (Michon et al. 1986, Kardiman & Leilani 2023) yang dapat mengalami laju dekomposisi serasah lebih lambat dibanding agroforestri dengan sedikit jenis dan hutan. Kajian ekologi ekosistem parak di sudah dilakukan oleh Michon et al., (1986), dan kemudian juga Kardiman & Leilani (2023), tetapi analisis tentang laju dekomposisi serasah yang dihasilkan oleh tumbuhan pada ekosistem parak itu sendiri belum ada dilakukan, dan bahkan tidak ada data dekomposisi pada kawasan agroforest secara umum sehingga menjadi salah satu kesulitan dalam manajemen lahan parak untuk ekonomi produktif. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui Laju Dekomposisi Serasah pada ekosistem Parak di Kecamatan Tanjung Raya, Kabupaten Agam, Sumatera Barat. Informasi laju dekomposisi ekosistem parak di kawasan danau Maninjau ini dapat menjadi panduan dalam pengelolaan unsur hara tanah baik bagi masyarakat lokal maupun masyarakat di daerah lain.

2. METODE

2.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada ekosistem Parak di Kecamatan Tanjung Raya, tepatnya disepulatan danau Maninjau, Kabupaten Agam, Sumatera Barat. Data dikumpulkan dari bulan Maret sampai Juni 2023 pada empat titik lokasi yang berbeda mewakili arah mata angin danau Maninjau. Titik lokasi ditentukan secara purposive berdasarkan keberadaan ekosistem parak (Gambar 1), dan masing-masing titik lokasi tersebut berada pada wilayah nagari berbeda; Nagari Maninjau (lokasi 1), Jorong Sungai Tampang, Nagari Tanjung Sani (lokasi 2), Jorong Galapung, Nagari Tanjung Sani (lokasi 3), dan Nagari Duo Koto (lokasi 4). Analisis data laju dekomposisi serasah dilakukan di Laboratorium Ekologi Departemen Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

2.2 Koleksi data

Pada tiap lokasi pengamatan dibuat plot sebanyak 3 buah dengan ukuran masing-masing 20x20 m, dan pada bagian tengah dari masing-masing plot dibuat subplot 1x1 m. Total keseluruhan subplot di semua lokasi pengamatan ialah sebanyak 12 subplot. Tahap 1 pengukuran laju dekomposisi serasah dilakukan dengan pengambilan sampel serasah dilakukan pada setiap subplot. Semua serasah pada subplot tersebut dikoleksi, ditimbang berat basahnya, lalu dipisahkan antara daun, ranting, dan bagian lainnya, dan kemudian masing-masing bagian tersebut ditimbang berat basahnya juga. Masing-masing bagian serasah yang sudah ditimbang, dihitung persentasenya dari berat basah keseluruhan serasah. Sebanyak 200 g sample serasah pada tiap-tiap subplot tersebut dikeringkan (diovon) dan ditimbang berat keringnya, data ini disebut juga sebagai Berat Kering Serasah Awal (BA).

Tahap 2 yaitu serasah yang sudah ditimbang pada tiap-tiap subplot dikoleksi sebanyak 600 g, lalu dibagi kedalam 6 kelompok dengan berat masing-masingnya adalah 100 g. Masing-masing 100 g tersebut terdiri dari daun, ranting dan bagian lain dengan jumlah yang disesuaikan dengan presentase berat pada tahap 1. Keenam kelompok 100 g serasah masing-masingnya dimasukkan kedalam litterbag dan akan dibawa kembali ke lapangan, ditempatkan kembali pada subplot 1x1 m (tempat pengambilan awal). Di hari ke 30 setelah peletakan kantong serasah di lapangan (tempat pengambilan awal), 2 (litterbag) pada setiap subplot akan diambil, dibersihkan, ditimbang berat basahnya, lalu dikeringkan

dengan oven sampai beratnya konstan dan kemudian ditimbang berat keringnya. Setelah 60 hari, 2 kelompok litterbag lainnya diambil kembali, dibersihkan, ditimbang berat basah, lalu dikeringkan dengan oven sampai beratnya konstan dan kemudian ditimbang berat keringnya. Dan di hari terakhir yaitu di hari ke 90, 2 litterbag terakhir diambil, dibersihkan, ditimbang berat basah, lalu dikeringkan dengan oven sampai beratnya konstan dan kemudian ditimbang berat keringnya.

2.3 Analisis data

Analisis data penelitian ini adalah analisis deskriptif kuantitatif meliputi parameter pengamatan laju penguraian serasah dan persentase kehilangan biomassa serasah.

1. Laju dekomposisi;

$$R = \frac{BKa - BKt}{t}$$

Ket:

- Y = laju dekomposisi serasah (g/t)
- Bka = Berat kering serasah awal (g)
- BKt = Berat kering serasah setelah waktu pengamatan ke-t (g)
- t = Waktu pengamatan

2. Persentase penguraian serasah diperoleh dengan menggunakan rumus;

$$Y = \frac{(BKa - BKt)}{BKa} \times 100\%$$

Ket:

- Y = Persentase penguraian (%)
- Bka = Berat kering serasah awal (g)
- BKt = Berat kering serasah setelah waktu pengamatan ke-t (g)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menemukan bahwa rata-rata jumlah serasah di dalam area 1 m² adalah 637 gram, atau sekitar 6.4 ton serasah di dalam satu hektar ekosistem parak di Kecamatan Tanjung Raya (diseputaran Danau Maninjau) (Tabel 1). Dari 100 gram sampel basah, 78% atau sekitar 78.1 gram-nya adalah biomasa, artinya terdapat sekitar 5 ton biomasa di dalam satu hektar ekosistem parak. Serasah tersebut terdiri atas serasah berupa daun sebanyak 71%, 27% berupa ranting dan 2% serasah organ generatif (bunga atau buah) (Tabel 1).

Serasah ekosistem parak di Maninjau menunjukkan angka kehilangan biomassa yang beragam antar lokasi, dimana parak pada bagian timur danau Maninjau kehilangan biomassa serasahnya sebesar 62% dalam 90 hari, sedangkan pada sisi barat danau hanya 44%, kemudian 54 dan 55 % pada sisi selatan dan utara. Dari hasil tersebut, rata-rata kehilangan biomassa serasah pada ekosistem parak di Maninjau adalah 54% dalam 90 hari. Hasil ini menunjukkan bahwa ekosistem parak mampu menguraikan serasah organiknya sebanyak 17% per bulan, lebih cepat dibandingkan serasah hutan hujan primer, walau sekalipun pada kawasan hutan dengan keanekaragaman rendah yaitu sekitar 20% serasah tersisa dalam delapan bulan proses dekomposisi atau hanya 10% penguraian per bulan (Harmita 2011). Berbeda dengan Susanti & Halwany (2017), dibutuhkan 42 bulan bagi serasah daun tanaman industri jenis *Ficus variegata* untuk terurai 99%, artinya tujuh kali lebih lama dibanding serasah ekosistem parak. Perbedaan mencolok ini disebabkan oleh kriteria sampel serasah yang berbeda, Susanti & Halwany (2017) menggunakan serasah yang masih utuh atau nol dekomposisi, sedangkan penelitian ini menggunakan serasah yang sudah setengah jalan terdekomposisi. Walaupun demikian, serasah parak terdekomposisi lebih lambat dibanding serasah daun di ekosistem bakau, sekitar 50% dalam 42 hari (Dharmawan dkk. 2016).

Tabel 1. Rata-rata berat basah total, sampel dan berat kering serasah pada setiap lokasi dan setiap waktu pengamatan

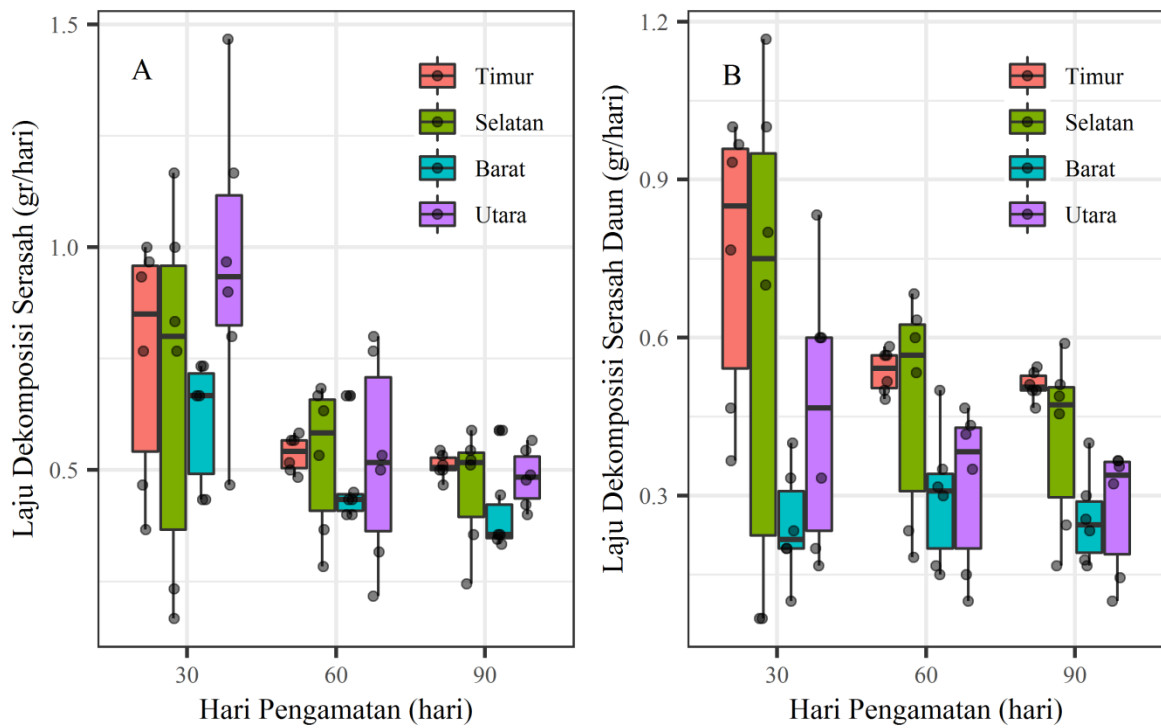
Variabel serasah	Lokasi 1 (Timur)	Lokasi 2 (Selatan)	Lokasi 3 (Barat)	Lokasi 4 (Utara)
Rata-rata berat basah serasah (gr) di dalam subplot 1 x 1 m	619	605	667	655
Perbandingan persentase berat: daun : ranting : lain-lain (%)	100:0:0	83:7:10	47:53:0	52:48:0
Waktu pengamatan	Rata-rata berat kering serasah (g)			
0 hari (BA)	74.00	75.17	82.50	80.67
30 hari (BK)	51.50	54.33	64.17	51.83
60 hari (BK)	41.83	43.50	54.67	49.33
90 hari (BK)	28.17	33.67	46.17	37.17

Laju dekomposisi serasah ekosistem parak di Tanjung Raya adalah sebesar 0.6 gr/hari, kecepatan dekomposisi ini dua kali lebih cepat dibanding hutan dominan pinus (Devianti & Tjahjaningrum 2017). Walaupun demikian, laju dekomposisi serasah cenderung berbeda dari waktu ke waktu. Dekomposisi tercepat terjadi pada waktu pengamatan 30 hari pertama dengan nilai laju yang sangat variatif (Gambar 2A), namun pada bulan selanjutnya laju dekomposisi mulai melambat. penguraian serasah mengalami perubahan setiap minggunya. Pada awalnya, laju dekomposisi cepat dan kemudian melambat, ini berarti bahwa serasah terurai dengan cepat di awal, namun semakin lambat seiring berjalannya

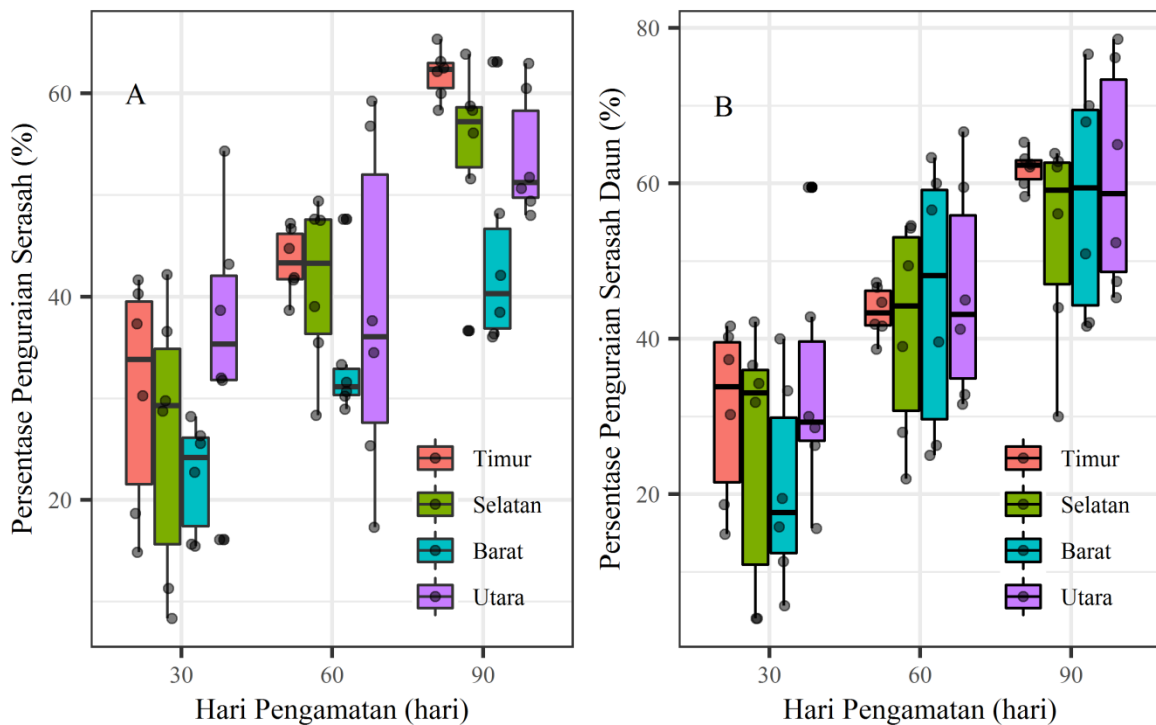
waktu. Pada serasah yang masih baru, terdapat banyak unsur yang menjadi makanan bagi mikroba tanah atau organisme pengurai, sehingga serasah cepat terurai. Namun, seiring berjalannya waktu, persediaan unsur tersebut berkurang sehingga penguraian juga menjadi lebih lambat (Devianti et al., 2017).

Berdasarkan data laju dekomposisi serasah pada setiap plot di lokasi penelitian, dapat dikonfirmasi bahwa terjadi variasi laju dekomposisi serasah setiap bulan pengamatan. Rata-rata laju dekomposisi lebih cepat pada bulan awal kecuali serasah daun di sisi barat Danau Maninjau, laju dekomposisi tidak lebih cepat dibandingkan bulan kedua dan jauh lebih lambat dibandingkan sisi-sisi lain (Gambar 2B). Peningkatan dan perlambatan dalam laju dekomposisi tersebut menunjukkan adanya dinamika kompleks dalam proses dekomposisi serasah di berbagai lokasi. Adanya variasi pada laju dekomposisi serasah di lokasi penelitian ini dapat terjadi dikarenakan salah satu faktor seperti perubahan siklus hidup suatu mikroorganisme pengurai. Penurunan jumlah bakteri tentunya mempengaruhi laju dekomposisi serasah di kawasan mangrove tersebut. Saat populasi mikroorganisme pengurai berkembang, dekomposisi dapat dipercepat atau mengalami peningkatan. Namun, saat populasi ini berkurang atau terjadi perubahan dalam komunitasnya, dekomposisi juga dapat melambat (Yulma et al., 2017). Selain itu, faktor fisik seperti curah hujan juga berkorelasi positif dengan laju dekomposisi (Hilman 1993, Salgado et al. 2015, Devianti & Tjahjaningrum 2017).

Persentase kehilangan biomasa serasah pada kawasan parak di sisi barat Danau yang cenderung rendah dibandingkan sisi lain disebabkan oleh tingginya berat basah dan berat kering awal serasah, artinya serasah yang dikoleksi masih belum mengalami dekomposisi terlalu banyak dibanding sisi yang lain (Table 1). Hal ini mungkin disebabkan oleh posisi sisi barat danau adalah sisi yang lebih awal terpapar cahaya matahari pagi, memungkinkan penguapan terjadi lebih cepat dibanding sisi lain, sedangkan tiga sisi lain memungkinkan untuk lebih lembab. Kondisi lingkungan yang lembab dan basah karena curah hujan tinggi memicu percepatan proses dekomposisi serasah, karena kondisi tersebut cenderung menciptakan lingkungan yang mendukung aktivitas mikroorganisme pengurai seperti bakteri (Simbolon et al., 2022). Beberapa faktor tersebut saling terkait dan berinteraksi dengan cara yang kompleks, sehingga menghasilkan dinamika peningkatan dan perlambatan pada laju dekomposisi serasahnya (Gambar 3A,B). Secara umum, kecepatan suatu laju dekomposisi serasah juga dipengaruhi oleh kandungan yang ada di dalam serasah tersebut (Khurniawati 2019).



Gambar 2. Variasi laju dekomposisi semua jenis serasah (A) dan serasah berupa daun (B) pada tiap bulan pengamatan di ekosistem parak Tanjung Raya (empat sisi Danau Maninjau) Kabupaten Agam, Sumatera Barat



Gambar 3. Variasi persentase penguraian semua jenis serasah (A) dan serasah berupa daun (B) pada tiap bulan pengamatan di ekosistem parak Tanjung Raya (empat sisi Danau Maninjau) Kabupaten Agam, Sumatera Barat

Senyawa organik seperti selulosa, hemiselulosa dan lignin merupakan komponen utama di dalam serasah yang tentunya akan diuraikan oleh mikroorganisme dalam proses dekomposisi. Kandungan lignin yang tinggi tentunya akan memperlambat proses dekomposisi serasah dikarenakan lignin merupakan senyawa kompleks yang sulit untuk diuraikan oleh mikroorganisme pengurai (Yuliasaputri, 2018). Budiarti et al., (2018) mengatakan bahwa kandungan lignin pada batang atau ranting cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan yang terdapat di dalam daun maupun organ generatif. Itulah sebabnya serasah ranting lebih sulit terurai daripada serasah daun dan organ generatif. Variasi kandungan lignin tersebut terkait dengan variasi jenis tumbuhan parak, dimana Umar dan Habibullah (2023, unpublised) melaporkan adanya perbedaan variasi jenis tumbuhan parak antar sisi-sisi danau.

Laju dekomposisi dan persentase penguraian serasah ekosistem parak di Kecamatan Tanjung Raya ini khususnya disepertaran Danau Maninjau mengungkapkan bahwa dibutuhkan waktu setidaknya enam bulan bagi satu komponen serasah untuk seutuhnya terurai menjadi senyawa organik. Dengan demikian, dengan jumlah serasah lebih kurang 6.4 ton per hektar, dan biomasanya sekitar 5 ton (78% biomasa), akan tersedia lebih kurang 5 ton senyawa organik dalam 6 bulan per hektar.

4. KESIMPULAN

Rata-rata laju dekomposisi serasah pada keseluruhan lokasi penelitian adalah sebesar 13,6 g/bulan, dengan laju dekomposisi tercepat terjadi pada waktu pengamatan 30 hari pertama, namun pada bulan selanjutnya laju dekomposisi mulai melambat. Terdapat variasi atau dinamika tingkat dekomposisi yang terjadi pada masing-masing plot di setiap lokasi pengamatan setiap bulannya. rata-rata laju dekomposisi pada lokasi 1 adalah sebesar 15,10 g/bulan, lokasi 2 sebesar 13,32 g/bulan, lokasi 3 sebesar 11,48 g/bulan dan lokasi 4 sebesar 14,50 g/bulan. Laju dekomposisi pada setiap ekosistem sedikit berbeda sesuai dengan variasi dari berbagai faktor yang ada. Selain itu, laju dekomposisi juga dipengaruhi oleh interaksi antara faktor biotik dan abiotik yang beroperasi di lingkungan tersebut. Dengan adanya penelitian ini, dapat disimpulkan juga bahwa ekosistem parak di Kecamatan Tanjung Raya, Kabupaten Agam, Sumatera Barat sangat berpotensi untuk dikembangkan secara berkelanjutan dan berpotensi memberikan banyak manfaat bagi masyarakat setempat serta lingkungan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada wali nagari pada lokasi penelitian yang telah memberikan izin masuk lokasi untuk melakukan penelitian. Kemudian kepala pimpinan

Departemen Biologi atas perizinan untuk menggunakan fasilitas laboratorium selama proses pengolahan sampel serasah, dan kemudian kepada rekan-rekan grup riset yang telah membantu dalam koleksi data lapangan.

REFERENSI

- Bargali, S. S., Shukla, K., Singh, L., Ghosh, L., & Lakhera, M. L. (2015). Leaf litter decomposition and nutrient dynamics in four tree species of dry deciduous forest. *Tropical Ecology*, 56(2), 191–200.
- Budiarti, M., Jokopriambodo, W., & Isnawati, A. (2018). Karakterisasi Minyak Atsiri dari *Simplisia Basah Ranting dan Daun* sebagai Alternatif Substitusi Kulit Batang *Cinnamomum burmannii* Blume. *Jurnal Kefarmasian Indonesia*, 8(2), 125–136. <https://doi.org/10.22435/jki.v8i2.323>
- Dharmawan, I. W. E., Zamani, N. P., & Madduppa, H. H. (2016). Laju dekomposisi serasah daun di ekosistem bakau Pulau Kelong, Kabupaten Bintan. *OLDI (Oseanologi dan Limnologi di Indonesia)*, 1(1), 1-10.
- Devianti, O. K. A., & Tjahjaningrum, I. T. D. (2017). Studi laju dekomposisi serasah pada hutan pinus di kawasan wisata Taman Safari Indonesia II Jawa Timur. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 6(2), E105-E109.
- Foresta, H. de, Kusworo, A., Michon, G., & Djatmiko, W. (2000). Ketika kebun berupa hutan Agroforest khas Indonesia sumbangan masyarakat bagi pembangunan berkelanjutan. In *International Centre for Research in Agroforestry*.
- HARMITA, H. (2011). LAJU DEKOMPOSISI DAN MINERALISASI BIOMASSA SERASAH DI LANTAI HUTAN HUJAN TROPIK PADANG SUMATERA BARAT (Doctoral dissertation, Universitas Andalas).
- Hilman, I. (1993). Produksi, laju dekomposisi, dan pengaruh alelopati serasah pinus merkusii Jungh et de Vriese dan *Acacia mangium* Wild di hutan gunung Walat, Sukabumi, Jawa Barat (Doctoral dissertation, Bogor Agricultural University (IPB)).
- Kardiman, R., & Leilani, I. (2023). Structure of Tree Community on Agroforestry Parak in Peri-Urban Areas District of Lubuk Alung Padang Pariaman. *Bioscience*, 7(1), 14-22.
- Khurniawati, D. N. (2019). Dekomposisi Serasah pada Berbagai Kondisi Agroforestri Pinus dan Kopi: Penurunan Berat Serasah dari Kantong Kasa Berukuran Kasar (Doctoral dissertation, Universitas Brawijaya).
- Kurnia Ayu Devianti, O., Tjahjaningrum, I. T. D., & Trisnawati Dwi Tjahjaningrum, I. (2017). Studi Laju Dekomposisi Serasah Pada Hutan Pinus di Kawasan Wisata Taman Safari Indonesia II Jawa Timur. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, 6(2). <https://doi.org/10.12962/j23373520.v6i2.27535>
- Michon, G., Mary, F., & Bompard, J. . (1986). Multistoried Agroforestry Garden System in West Sumatra, Indonesia. *Agroforestry System*, 4, 315–228.
- Murniati, Garrity, D. P., & Gintings, A. N. (2001). The contribution of agroforestry systems to reducing farmers' dependence on the resources of adjacent national parks: a case study from Sumatra, Indonesia. *Agroforestry Systems*, 52(3), 171-184.

- Nugraheni, A. S., Sutrisno, E., & Budihardjo, M. A. (2017). PENGARUH VARIASI KOMPOSISI DAN PEMADATAN SERASAH DAUN DAN SAMPAH KERTAS TERHADAP PROSES DEKOMPOSISI SERASAH DAUN DENGAN AKTIVATOR KOTORAN KAMBING. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 1–23.
- Salgado, E. V., Hevia, J. N., Nunes, E. P., & Rodrigues, M. M. D. A. (2015). Rainfall patterns and the contribution of litter in the caatinga dry tropical forest. *Revista Ciência Agronômica*, 46, 299-309.
- Simbolon, N. A., Wiryono, & Deselina. (2022). LAJU DEKOMPOSISI SERASAH DAUN *Rhizophora apiculata* BI DI HUTAN KOTA BENGKULU. 2(3), 90–96.
- Susanti, P. D., & Halwany, W. (2017). Dekomposisi serasah dan keanekaragaman makrofauna tanah pada Hutan Tanaman Industri nyawai (*Ficus variegata*. Blume). *Jurnal Ilmu Kehutanan*, 11(2), 212-223.
- Yanti, R. (2016). KEARIFAN LOKAL MASYARAKAT DALAM MENGELOLA HUTAN DI NAGARI KOTO MALINTANG KECAMATAN TANJUNG RAYA KABUPATEN AGAM Refniza. Mei, 105–112. <https://repository.unri.ac.id/bitstream/handle/123456789/8585/2>. DAFTAR ISI.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- Yuliasaputri, S. (2018). PENGUJIAN DEKOMPOSISI KULTUR MURNI DAN PENGARUH INOKULUM FUNGI *Geotrichum* sp. PADA PROSES PENGOMPOSAN SERASAH NANAS *Ananas comosus* (L.) Merr. 3, 1–13.
- Yulma, Y., Ihsan, B., Sunarti, S., Malasari, E., Wahyuni, N., & Mursyban, M. (2017). Identifikasi Bakteri Pada Serasah Daun Mangrove yang Terdekomposisi di Kawasan Konservasi Mangrove dan Bekantan (KKMB) Kota Tarakan. *Journal of Tropical Biodiversity and Biotechnology*, 2(1), 28. <https://doi.org/10.22146/jtbb.27173>