

PERKIRAAN PRODUKSI PRIMER NETO TUMBUHAN HERBA PADA EKOSISTEM TERESTRIAL SEDERHANA

Harsoyo Purnomo
Jurusan Pendidikan Biologi
IKIP PGRI Semarang

THE NET PRIMARY PRODUCTION ESTIMATION OF HERBACEOUS PLANTS IN A SIMPLE TERRESTRIAL ECOSYSTEM

ABSTRACT

The knowledge of net primary production of herbaceous plants on certain area is very important because the net primary production can be used to estimate the environmental support, estimating the competitiveness of herbaceous plants (weeds) toward the cultivated plants which become problems for farmers.

The objective of the study was to investigate: (i). the increase rates of biomass (standing crop) or net primary production per unit area in one month; (ii) estimation of total net primary production of herbaceous plants in research area; (iii) the factors that directly affect on continuous gradual change of biomass during research period; (iv) the community composition of herbaceous plants in research area.

The net primary production estimation study was carried out on rubber plantation area Mijen, Semarang. Ten stands were selected subjectively, and in each stand was placed three permanent plots, each is 40 X 25 cm. From the plot 1 the living and dead plant material should be collected. From plot 2, all of the living shoot material should be removed but all of the dead plant material left in place. At the end of the production period, the dead shoot material should be collected from plot II and the living shoot material, dead shoot material, and total root material from plot 3. The material should be sorted, and dried at oven at 100° C for 48 hours and weighed.

The result of the study shows that there is difference of dry weights (standing crop biomass) on the beginning and the end of research is 9.525 g/plot for living shoot material, and 5.483 g/plot for dead shoot material. Mean of total net production in one month is 25.899 g/plot or 103,596 g-cal/m². The factors that directly affect on continuous gradual change of biomass during research period is edaphic and climatic factors. The community composition of herbaceous plants in research area was dominated by *Brachiaria reptans*.

The conclusion is that the net primary production in research area was estimated. The continuous gradual change of biomass during research period was affected by environmental condition that is edaphic and climatic factors

Key words: primary production; herbaceous; biomass; community, ecosystem.

PENDAHULUAN

Produksi primer neto (net primary production / NPP) adalah jumlah total asimilasi materi organik oleh individu atau populasi autotrof per unit waktu, per unit area, atau volume, dikurangi sejumlah materi organik yang digunakan dalam proses katabolik

respirasi (Lincoln et al. 1982). Produksi primer neto juga didefinisikan sebagai produksi primer kotor minus energi yang hilang melalui respirasi, yang ekuivalen dengan energi kimia yang ditimbun per unit area, per unit waktu.

Metode ini digunakan untuk mengestimasi produksi primer neto pada ekosistem terrestrial, di mana produsernya adalah tumbuhan herba annual, atau perennial. Estimasi yang diperoleh dengan metode ini adalah hilangnya materi pucuk karena kematian atau dekomposisi, tetapi bukan hilangnya materi akar dan materi pucuk, akibat perumputan oleh herbivora.

Metode ini digunakan untuk mengukur total massa organisme yang meliputi semua atau sebagian populasi; atau total material hidup, material mati, dan material kering (standing crop biomass) pada suatu area, dan menduga perubahan gradual kontinu nilai standing crop selama periode pengukuran.

Metode ini akurat untuk mengestimasi produksi primer neto, oleh karena itu pengukuran dilakukan selama porsi masa pertumbuhan di mana pertambahan kontinu biomasa materi tumbuhan hidup terjadi, dan perumputan oleh herbivora adalah minimal. Metode ini didasarkan pada metode yang digunakan oleh Wiegert and Evans (1964), yang dimodifikasi oleh Lomnicki, et al (1968).

Ekosistem adalah komunitas alami yang berinteraksi satu sama lain, dan dengan faktor fisik dan kimia seperti: energi matahari, temperatur udara, angin, kelembapan udara, air, tanah, dan sebagainya. Ekosistem juga didefinisikan sebagai unit fungsional yang meliputi komponen biotik (tumbuhan, hewan, dan manusia) dan komponen abiotik (lingkungan fisiko-kimia) dari area spesifik.

Pengetahuan tentang produksi primer neto dari tumbuhan herba pada area tertentu dapat dipergunakan untuk memperkirakan daya dukung lingkungan tersebut (bagi peternakan atau pengembalaan ternak), untuk memperkirakan daya saing tumbuhan herba (gulma) terhadap tanaman budidaya, dan dapat digunakan sebagai indikator terhadap kondisi tanah pada area tersebut.

Di samping itu pengetahuan tentang produksi primer neto juga sangat berguna bagi manusia dalam menentukan berat panen kering untuk memenuhi kebutuhan pangan bagi manusia, penentuan musim tanam pada musim yang panjang untuk menghindari pencucian besar-besaran unsur hara sebagai akibat seringnya dilakukan pembajakan tanah dalam penanaman kembali.

Permasalahan yang akan dicari pemecahannya oleh penulis meliputi: (i) bagaimana laju perkembangan (perbedaan antara awal dan akhir penelitian) biomassa (standing crop) pada area penelitian selama periode penelitian?; (ii) berapa estimasi total produksi primer neto tumbuhan herba pada area penelitian?; (iii) faktor-faktor apa sajakah yang mempengaruhi laju perubahan gradual kontinu biomassa selama pengukuran?; (iv) bagaimana komposisi komunitas tumbuhan herba pada area penelitian?.

Penelitian ini bertujuan untuk menginvestigasi: (i) laju perkembangan (perbe-

daan antara awal dan akhir penelitian) biomassa selama satu bulan; (ii) estimasi total produksi primer neto tumbuhan herba pada area penelitian; (iii) faktor-faktor yang memengaruhi laju perubahan gradual kontinu biomassa selama periode penelitian; (iv) komposisi komunitas tumbuhan herba pada area penelitian.

MATERIAL DAN METODE

1. AREA PENELITIAN

Penelitian dilakukan di area perkebunan karet Kecamatan Mijen, Kota Semarang, dengan letak geografis 06°59' LS, 110°23' BT. Secara fisiografis area penelitian terletak di tepi perkebunan, berdekatan dengan jalan raya Mijen, mikro relief relatif datar, pada ketinggian antara 200 dan 250 m dpl.

Tekstur tanah geluh (loam), dengan kisaran pH antara 6 dan 7. Temperatur udara tahunan rata-rata 30,2°C, dengan rentang rata-rata bulanan 29,1°C pada bulan Januari, dan 31,3°C pada bulan September. Curah hujan tahunan rata-rata mencapai 2,445 mm, yang terkonsentrasi pada bulan Oktober—April (BMKG Semarang).

2. SUBJEK PENELITIAN

Subjek penelitian berupa komunitas tumbuhan herba pada ekosistem terestrial di lingkungan area perkebunan karet.

3. ALAT YANG DIGUNAKAN

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah: tali, bilah bambu, pisau, kantong plastik, kain, kertas koran, oven, gunting, dan cangkul.

4. PROSEDUR

Dari area penelitian ditetapkan sepuluh stand yang dipilih secara subjektif, dan pada setiap stand ditempatkan tiga plot permanen masing-masing berukuran 40 x 25 cm.

Dari plot 1 material tumbuhan hidup dan mati dikumpulkan. Material pucuk hidup dipotong tepat di atas permukaan tanah, material tumbuhan mati dipisahkan dan ditempatkan di dalam kantong pertama. Semua material pucuk mati yang berada di tanah atau permukaan tanah dikumpulkan pada kantong kedua. Material akar diambil dengan cara menggali tanah sampai kedalaman 25 cm, atau sampai kedalaman maksimal penetrasi akar. Tanah yang menempel dibersihkan dengan cara mencuci dengan air, kemudian akar yang sudah bersih ditempatkan pada kantong ketiga.

Dari plot 2 semua materi pucuk hidup diambil, tetapi semua material mati di-

biarkan di tempat. Material pucuk hidup dari plot 2 ini digunakan sebagai ulangan (replicate) dari plot 1. Plot ini juga digunakan untuk memperkirakan laju dekomposisi material pucuk mati selama periode produksi. Untuk menghindari hilangnya material mati dari plot oleh proses selain dekomposisi, atau terjadinya penambahan material dari area sekitar, maka plot perlu ditutup dengan kain atau penutup lain.

Pada akhir periode produksi, material pucuk mati dari plot 2, dan material pucuk hidup, material pucuk mati, serta total materi akar dari plot 3 dikumpulkan. Material tersebut kemudian dikeringkan dengan oven pada temperatur 100 °C selama 48 jam, dan ditimbang.

5. PERHITUNGAN PRODUKSI NETO

a. Laju Dekomposisi Material Pucuk Mati (r)

Laju dekomposisi material pucuk mati selama periode produksi dihitung dari berat material pucuk mati dari plot 1 (W_0) dan plot 2 (W_1) dengan formula

$$r = \frac{\log_e(W_0/W_1)}{t}$$

di mana:

t = periode produksi (hari)

r = (g/g/hari)

b. Perkiraan Dekomposisi dari Plot yang Tidak Terganggu (x)

Perkiraan jumlah material mati yang lenyap (dekomposisi) dari plot yang tidak terganggu (x) selama periode produksi dapat ditentukan dari standing crop material mati pada awal dan akhir periode produksi (periode penelitian) dan laju dekomposisi material mati dihitung dengan formula:

$$x = \left(\frac{a_0 + a_1}{2} \right) rt$$

di mana:

a_0 = berat material pucuk mati dari plot 1

a_1 = berat material pucuk mati dari plot 3

c. Mortalitas Material Pucuk Hidup (d)

Mortalitas material pucuk hidup (d) selama periode produksi (penelitian) dapat diperoleh dari perubahan standing crop material pucuk mati dan jumlah material mati yang mengalami dekomposisi selama periode produksi (dalam g/plot) dihitung dengan formula:

$$d = x + (a_1 - a_0)$$

d. Produksi Neto Material Pucuk (y)

Produksi neto dari material pucuk selama periode produksi (y) dihitung berdasarkan perubahan standing crop material pucuk hidup selama periode produksi dan perkiraan mortalitas pucuk (dalam g/plot) dihitung dengan formula:

$$y = (b_1 - b_0) + d$$

di mana:

b_0 = berat material pucuk hidup dari plot 1

b_1 = berat material pucuk hidup dari plot 3

Produksi neto material pucuk (y) kemudian dikombinasikan dengan penambahan biomassa akar (ISCR) selama periode produksi memberikan perkiraan total produksi neto dalam gram berat kering biomassa per plot. Produksi neto juga dapat diperkirakan dengan gram-cal energi. Pada umumnya jaringan tumbuhan herba mempunyai nilai lebih kurang 4000 cal/g berat kering.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan pengamatan / observasi produksi primer selama satu bulan penelitian, diperoleh gambaran secara umum adanya selisih / perbedaan berat kering (biomassa) pada awal dan akhir penelitian.

Tabel : 1. Kalkulasi Produksi Primer Neto (g) Berat Kering (Biomassa) dan Energi (g-cal) Ekosistem Terrestrial Sederhana di Area Perkebunan Karet Mijen, Semaarang

Plot	r (g/g/d)	x (g/plot)	$b_1 - b_0$ (g/plot)	d (g/plot)	y (g/plot)	$a_1 - a_0$ (g/plot)	ISCR (g/plot)	TNP (g/plot)	NPD (g-cal/m ²)	NPR (g-cal/m ² /d)
1	0.0158	5.001	2.22	5.101	7.301	0.100	1.44	8.74	34960	1165.33
2	0.0099	3.867	18.99	11.907	30.897	8.045	2.41	33.31	133240	4441.33
3	0.0119	3.874	6.00	4.347	10.397	0.550	1.30	11.69	46760	1558.67
4	0.0154	5.856	1.97	15.206	17.176	9.350	1.91	19.09	76360	2545.33
5	0.0238	12.620	33.76	23.970	57.730	11.350	5.99	63.72	254880	8496.00
6	0.0202	10.017	6.50	15.007	21.577	5.060	3.29	24.87	99480	3316.00
7	0.0191	3.737	0.97	5.789	6.579	2.050	1.40	8.15	32600	1086.67
8	0.0082	4.877	8.89	10.527	19.417	5.650	1.55	20.97	83880	2796.00
9	0.0298	17.665	3.88	28.185	32.065	10.520	2.07	34.13	136520	4550.67
10	0.0247	15.987	12.09	18.137	30.227	2.150	4.09	34.32	137280	4576.00
Rata-rata	0.01788	8.3503	9.525	13.823	23.355	5.483	2.545	25.899	103596	3561.87

Keterangan :

r : laju dekomposisi material pucuk mati.

- x : perkiraan jumlah material mati yang mengalami dekomposisi dari plot yang tidak diganggu selama periode produksi.
- $b_1 - b_0$: perubahan biomassa materi pucuk hidup.
- $a_0 - a_1$: perubahan biomassa materi pucuk mati
- d : mortalitas material pucuk hidup.
- y : total pertumbuhan pucuk selama periode produksi (penelitian).
- ISCR : penambahan biomassa material akar selama periode produksi.
- TNP : total produksi neto selama periode produksi.
- NPD : produksi neto dalam kalori.
- NPR : laju produksi neto dalam kalori perhari

Perbedaan tersebut akan penulis bahas sebagai berikut

1. PERBEDAAN BIOMASSA

Dari data berat kering oven dalam gram untuk material pucuk hidup, pucuk mati, total akar yang dikumpulkan dari tempat sampel pada awal dan akhir periode produksi (penelitian), terdapat yang sangat kecil untuk semua stand sampel penelitian, kecuali pada stand ke-5. Perbedaan berat kering materi pucuk hidup pada stand ke-5 cukup besar yaitu 33,76 g/plot. Perbedaan ini dikarenakan ada bekas pemupukan pada stand ke-5 (area pertanaman), yang tidak terdapat pada stand lain.

Sementara perbedaan berat kering pucuk hidup terendah terdapat pada stand ke-7 yaitu sekitar 0,97 g/plot. Pada stand ke-7 ini kondisi tanahnya tidak subur, berbatu maka akar-akar herba sulit menembus dalam tanah, sehingga pertumbuhan herba yang lambat, densitas rendah, sehingga biomasanya juga rendah.

Perbedaan berat material akar pada stand ke-5 juga lebih besar daripada stand yang lain. Berat material akar berkaitan erat dengan berat material pucuk hidup. Jika berat materi pucuk hidup besar maka berat material akar juga besar. Keeratannya hubungan antara material pucuk hidup dan material akar terjadi karena laju pertumbuhan akar bergantung pada laju fotosintesis.

Akar membutuhkan nutrisi mineral yang cukup untuk pertumbuhan dan perkembangannya, seperti bagian-bagian tumbuhan yang lain. Posisi akar letaknya lebih dekat dari sumber nutrisi mineral dibandingkan dengan pucuk, dan akar memiliki kesempatan pertama untuk memperoleh nutrisi mineral dan air, namun mendapatkan hasil fotosintesis dari pucuk paling akhir, maka kekurangan mineral dan air akan mempengaruhi akar dari pada pucuk, kecuali jika berkaitan dengan fotosintesis (kekurangan besi, akan mengurangi jumlah klorofil). Sementara kekurangan cahaya langsung berhubungan dengan fotosintesis yang berakibat pada pertumbuhan pucuk.

Peningkatan unsur berpengaruh pada pertumbuhan pucuk yang berhubungan dengan akar, pertumbuhan pucuk meningkat sehingga mengurangi karbohidrat yang ada, juga menimbulkan penebaran, hormon auksin juga meningkat yang akan menghambat pertumbuhan akar (Wilkinson dan Ohlrogge 1962, dikutip oleh Gardner et al., 1985). Namun, penambahan unsur N meningkatkan berat kering total akar.

Peningkatan unsur juga menggiatkan perakaran yang lebih dalam, terutama pada masa pertumbuhan sehingga menghasilkan daun yang luas, akibatnya hasil fotosintesis (produktivitas bruto) lebih besar dan suplai ke akar juga lebih besar.

Selain berat kering material akar dan material pucuk hidup, materi mati penting juga diketahui karena dapat ditentukan besar materi yang tidak melakukan fotosintesis dan akhirnya menjadi seresah. Materi pucuk mati juga dapat digunakan sebagai koreksi produksi primer neto jaringan pucuk selama periode penelitian, jika kegiatan herbivora diabaikan.

Berat material pucuk tertinggi selitar 11,35 g/plot pada stand ke-5, sedangkan berat material pucuk mati terendah pada stand ke-1 yaitu sekitar 0,10 g/plot. Pertumbuhan tertinggi pada stand ke-5, yang diikuti kematian pucuk yang besar pula, yaitu 11.35. Pada stand ke-1, penambahan biomassa lambat karena plot pada stand ke-1 ternaungi oleh pohon karet, sehingga ketersediaan cahaya tidak optimal.

Berat materi yang hilang akibat kematian jaringan pucuk sulit diperoleh secara langsung dari pengukuran materi mati dan laju dekomposisi material yang mati. Laju dekomposisi disebabkan oleh adanya mikroorganisme pengurai dalam tanah yang mampu menguraikan seresah menjadi bahan yang mudah diserap oleh akar.

Besar laju dekomposisi pada tempat penelitian rata-rata 0,01788 g/hari, bila dihitung dalam satu tahun yaitu sekitar 0,5364 g/th, hal ini jika dibandingkan dengan hasil rata-rata laju dekomposisi tumbuhan herba daerah iklim sedang dipadang rumput alami sebesar 30 persen/tahun (Desmukh 1974) berarti laju dekomposisi pada area penelitian lebih kecil daripada hasil penelitian tersebut. Materi pucuk yang lenyap pada area tanpa gangguan selama periode produksi diperhitungkan untuk mengetahui material bersih tanpa pengaruh dari luar, misalnya herbivora, dan mikroorganisme dalam tanah.

2. TOTAL PRODUKSI PRIMER NETO

Total produksi primer neto pada ekosistem terrestrial sederhana di area perkebunan karet Kec. Mijen adalah 25.899 g/plot yang setara dengan 3.561,87 g-cal.m⁻².hari⁻¹. yang lebih kecil jika dibandingkan dengan produksi primer neto pada daerah subur yaitu sekitar 5.000 g-cal.m⁻².hari⁻¹ (Odum, 1993). Kecilnya produksi primer ini disebabkan oleh faktor lingkungan.

Organ yang berperan aktif dalam fotosintesis adalah daun. Daun ini menyerap radiasi matahari. Untuk memperoleh radiasi matahari optimum yang berakibat pertumbuhan menjadi maksimum maka harus mempunyai banyak daun. Bagian daun yang melakukan fotosintesis adalah permukaan daun sehingga pertumbuhan tanaman sering didas arkan dengan indeks luas daun (leaf area index = LAI). Indeks luas daun menentukan besarnya produksi primer neto. Efisiensi dihitung dengan konversi gram produksi bersih per unit area ke kcal. per unit area (lebih ku-

rang 4 kcal. dalam setiap gram berat kering jaringan tumbuhan herba) kemudian dibagi dengan total radiasi per tahun.

Produksi neto mempunyai ukuran yang berbeda antara spesies satu dengan spesies yang lain. Jenis herba yang ada pada area penelitian termasuk tumbuhan yang mempunyai laju fotosintesis yang tinggi (*Cyperus rotundus*, *Cynodon dactylon*). Pada masa pertumbuhan daun menerima sinar matahari yang cukup dan secara langsung, tapi meningkatnya pertumbuhan tersebut LAI semakin besar sehingga banyak daun yang terlindungi sehingga laju asimilasi bersih sepanjang musim pertumbuhan turun. Turunnya laju fotosintesis selain oleh LAI juga karena daun-daun yang terlalu tua pada tajuk sehingga hasil fotosintesis sedikit akibat sel-sel daun yang telah tua.

3. FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI LAJU PERUBAHAN BIOMASSA

Laju perubahan biomassa bergantung pada aktivitas fotosintesis jenis tumbuhan, yang dipengaruhi oleh faktor-faktor: (i) edafik yaitu sifat fisik, kimia, dan biologis tanah atau substratum yang mempengaruhi asosiasi biota, yang meliputi tekstur, struktur, kesuburan, nutrisi mineral, pH, tempat akar, air, aerasi, dan temperatur; (ii) klimatik yaitu sejumlah aspek kondisi cuaca yang mempengaruhi biota suatu area, yang meliputi cahaya matahari (kualitas, intensitas, dan durasi), temperatur udara, kelembapan udara, angin, curah hujan, dan interaksi antar faktor tersebut; (iii) biotik yaitu faktor lingkungan yang ditimbulkan oleh aktivitas organisme yang meliputi keseluruhan flora dan fauna (biota), yang menurut aktivitasnya dibedakan menjadi: hama, penyebab penyakit, gulma, dan parasit-parasit pada tumbuhan, hewan, maupun manusia.

Di antara faktor-faktor tertera di atas, yang dapat diobservasi pada area penelitian antara lain adalah sebagai berikut.

a. Jenis Tumbuhan

Jenis rumput-rumputan merupakan tumbuhan yang mempunyai laju fotosintesis tinggi dibanding dengan jenis tumbuhan lain. Hal ini disebabkan oleh efisiensi penggunaan energi cahaya dan temperatur. Golongan rumput-rumputan mempunyai jenis anatomi daun dengan jaringan vaskuler yang dikelilingi oleh kloroplas yang berisi sel ikatan pembuluh sehingga memiliki laju fotosintesis yang tinggi. Selain anatomi daun, seludang daun juga berpengaruh terhadap laju fotosintesis. (Haberlandt 1914, dikutip oleh Heddy, 1987).

b. Faktor Edafik

1). pH Tanah

Kondisi pH tanah berpengaruh pada produksi primer neto, hal ini berhubungan dengan

kesuburan dan ketersediaan nutrisi mineral di dalam tanah. Derajat keasaman (pH) tanah pada area penelitian adalah 4,80—5,92 yang jika dibandingkan dengan pH optimum secara ekologis yaitu sekitar 5,0—7,5 adalah lebih rendah, yang bagi pertumbuhan herba kurang baik karena kesuburan dan ketersediaan nutrisi mineral rendah (Schroeder 1984).

pH tanah mempunyai pengaruh langsung terhadap pertumbuhan akar yang berperan menyerap nutrisi mineral dari dalam tanah. pH tanah pada area penelitian 4,80—5,92 ini akan meningkatkan kelarutan aluminium, mangan, dan besi yang dapat bersifat racun bagi tumbuhan dan akan membatasi pada pertumbuhan akar juga memiliki pengaruh terhadap pertumbuhan pucuk, dan akar.

Pada stand ke-7 pertumbuhan herba yang relatif lambat dan biomassa yang juga kecil, juga disebabkan oleh kondisi tanah yang kurang subur dan banyaknya kerikil, dengan tekstur geluh pasir menyebabkan nutrisi mineral tidak dapat diikat oleh tanah dan mudah tercuci oleh air hujan sehingga tumbuhan kekurangan unsur hara.

2). Air

Kandungan air, udara, dan temperatur saling berkaitan satu sama lain, dan bergantung pada sifat fisik tanah (tekstur dan struktur) akan membentuk pori tanah.

Pemenuhan kebutuhan air bagi tumbuhan bergantung pada kandungan air tersedia dari zona akar, dan permeabilitas tanah. Rata-rata air tersedia sama dengan rata-rata kandungan air pada kapasitas lapang (field capacity) dikurangi rata-rata kandungan air pada titik layu permanen (wilting point).

Rata-rata air tersedia pada tanah geluh 20 vol.%. Rata-rata kapasitas air yang dapat digunakan pada zona akar, sama dengan rata-rata air tersedia dikalikan dalam zona akar, 1 vol.% air pada kapasitas lapang (FC) = 1 ml/100ml tanah = 1 mm ($1/m^2$) per 10 cm dalam zona akar (Schroeder 1984).

Kapasitas air tersedia rendah, berarti tumbuhan lebih banyak bergantung pada jumlah dan frekuensi curah hujan.

3). Aerasi

Udara tanah sama pentingnya dengan air tanah, baik secara ekologis (respirasi akar tumbuhan dan mikroorganisme) maupun pedogenesis (pengendalian proses oksidasi dan reduksi). Ketersediaan udara tanah memiliki keterkaitan erat dengan ketersediaan air.

Ukuran kemungkinan suplai oksigen adalah kapasitas udara tanah, tetapi hal ini hanya mungkin apabila kandungan oksigen dalam udara tanah tidak mengalami depresi. Jika kapasitas udara (volume udara yang mengisi pori tanah > 10 μ m yang tidak berisi air pada kapasitas lapang) di bawah 10% respirasi akar menjadi terbatas. Kandungan udara tanah pada kapasitas lapang (FC) disebut kapasitas udara, dan hal

ini sesuai dengan bagian pori yang tidak terisi air (porus > 10 μm). Kapasitas udara bervariasi berdasarkan volume porus dan kandungan air pada kapasitas lapang, dengan nilai rata-rata: pasir 40 vol.%, geluh 20%, dan lempung 10%.

Komposisi udara tanah berbeda dengan komposisi udara atmosfer, karena adanya respirasi akar dan mikroorganisme. Kandungan CO_2 dalam tanah dapat mencapai lebih dari 10%, dengan O_2 di bawah 10%. Dalam kondisi demikian, aktivitas akar menjadi terbatas.

Pada konsentrasi 10%, CO_2 menjadi toksik, dan pada konsentrasi 30—50% bersifat letal. Unsur-unsur Ca, Mg, K, Mn, dan Fe dalam kondisi anaerob tidak tersedia bagi tumbuhan, sehingga akan mengakibatkan defisiensi nutrisi mineral.

4). Temperatur

Temperatur tanah memiliki peran penting bagi tumbuhan, terutama pada perkecambahan biji, respirasi akar, dan penyerapan nutrisi mineral. Di bawah temperatur optimum, proses fisiologi akan memburuk, dan di bawah temperatur minimum, proses fisiologi akan terhenti.

5). Faktor Klimatik

Faktor klimatik yang berpengaruh terhadap laju perkembangan biomassa pada area penelitian antara lain: cahaya (kualitas, intensitas, dan durasi), temperatur udara, kelembapan udara.

6). Cahaya

(a). Kualitas Cahaya

Kualitas cahaya adalah proporsi panjang gelombang yang ditunjukkan dengan warna-warna violet (400—435 nm), biru (435—490 nm), hijau (490—574 nm), kuning (574—595 nm), jingga (595—626 nm) dan merah (626—750 nm).

Kualitas berperan bagi tumbuhan terutama dalam fotosintesis, perkecambahan biji dan fotomorfogenesis. Cahaya yang diserap oleh klorofil tumbuhan dalam fotosintesis adalah violet—biru, dan jingga—merah. Sementara cahaya yang memicu terjadinya perkecambahan biji adalah cahaya merah, yang efektif pada panjang gelombang 660 nm.

(b). Intensitas Cahaya

Intensitas adalah jumlah energi per unit area, per unit waktu. Intensitas umumnya dinyatakan dalam kalori per sentimeter persegi per menit, atau dalam satuan lux. Intensitas cahaya berpengaruh dalam fotosintesis dan pertumbuhan. Laju fotosintesis akan meningkat sesuai dengan meningkatnya intensitas cahaya, apabila persyaratan lain terpenuhi, seperti konsentrasi CO_2 udara.

Dalam kondisi udara alami dengan konsentrasi Co_2 0,03% dan temperatur udara $20^\circ\text{—}30^\circ\text{C}$ laju fotosintesis akan meningkat, dan mencapai maksimum pada intensitas cahaya $0,3\text{—}0,4 \text{ cal.cm}^{-2}.\text{min}^{-1}$, atau 21.520 lux—28.690 lux.

Produksi primer oleh fotosintesis bergantung pada nutrien mineral, suplai air dan karbon dioksida yang cukup, temperatur yang menguntungkan, energi radian (cahaya) dan tidak adanya substansi toksik dari lingkungan.

Intensitas cahaya juga mempengaruhi pertumbuhan vegetatif, terutama bentuk dan ukuran (panjang, lebar, dan ketebalan) daun. Tumbuhan yang tumbuh di tempat teduh atau terlindung akan lebih panjang atau lebih tinggi daripada tumbuhan yang tumbuh di tempat yang cukup memperoleh cahaya matahari. Pertumbuhan optimal umumnya terjadi pada intensitas $0,18 \text{ cal.cm}^{-2}.\text{min}^{-1}$, atau 12.912 lux, yang setara dengan 10% intensitas cahaya matahari penuh. Sementara untuk perkecambahan biji, diperlukan intensitas cahaya sebesar 10,76 lux.

Pengaruh merugikan dari intensitas cahaya yang tinggi ialah terjadinya evapotranspirasi, yaitu total hilangnya air dalam bentuk uap dari vegetasi dan tanah pada area penelitian.

Pada area penelitian cahaya dapat diserap oleh tumbuhan herba dalam jumlah yang cukup pada semua stand, kecuali pada stand ke-1 cahaya tidak dapat diserap secara langsung oleh permukaan daun karena terhalang oleh naungan, sehingga laju fotosintesis rendah, akibatnya produksi primer neto juga kecil. Jika dibandingkan dengan stand ke-9 yang mendapatkan cahaya penuh sepanjang hari tapi produksi primer neto juga kecil, tidak sebesar pada stand ke-5. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh intensitas yang kurang optimal dan persyaratan lain tidak terpenuhi (tidak cukup data).

(c). Durasi

Durasi (lama pencahayaan) berkaitan dengan fotoperiodisme, yaitu periode terang-gelap, baik karena pergantian siang-malam, karena perlakuan, maupun karena cuaca. Keadaan terang karena pergantian siang-malam disebut panjang hari.

Panjang hari berpengaruh terhadap pertumbuhan vegetatif, pembungaan, pematangan dormansi, dan germinasi. Ada tumbuhan yang memerlukan hari panjang, dan ada yang memerlukan hari pendek.

7). Temperatur Udara

Temperatur udara berperan dalam pertumbuhan dan perkembangan, fotosintesis, pembungaan, dan perkecambahan biji. Laju pertumbuhan relatif, laju asimilasi bersih, perbandingan luas daun, dan perkecambahan biji optimal pada temperatur udara $20\text{—}30^\circ\text{C}$. Pertumbuhan panjang, lebar, dan ketebalan daun optimal pada temperatur 20°C ,

8). Kelembapan Udara

Uap air yang terkandung di udara dinyatakan sebagai kelembapan relatif, yaitu persentase dari kuantitas maksimum udara yang mengandung uap air pada temperatur tertentu.

Meningkatnya kelembapan relatif akan menurunkan atau mengurangi laju evapotranspirasi. Sebaliknya menurunnya kelembapan relatif akan meningkatkan laju evapotranspirasi. Transpirasi akan meningkat sampai lebih kurang enam kali apabila kelembapan turun dari 95% ke 5%. Kelembapan yang tinggi dengan intensitas cahaya dan temperatur yang cukup akan berpengaruh positif terhadap pertumbuhan dan perkembangan.

4. KOMPOSISI KOMUNITAS HERBA

Jenis herba yang tumbuh pada suatu tempat berbeda dengan tempat yang lain, misalnya herba yang ada pada tempat basah belum tentu ada pada tempat kering. Jenis herba yang mendominasi pada semua stand adalah *Brachiaria reptans* dengan persebaran yang hampir merata pada seluruh stand sampel, namun yang terbesar pada stand ke-6, karena pada stand ini jumlah jenisnya sedikit, dan kondisi tanahnya mendukung untuk *Brachiaria reptans*.

Sementara pada stand ke-2 mempunyai jenis herba antara lain: *Cyperus rotundus*, *Digitaria setigera*, *Axonopus compressus*, *Brachiaria paspaloides*, *Echinochloa colonum*, *Brachiaria reptans*, *Cyperus kyllingia*, *Cynodon dactylon*, *Commelina difussa*, *Centela asiatica*, dan *Eragrostis tenella*. Stand ke-9 mempunyai dua jenis herba yaitu *Brachiaria reptans* dan *Echinochloa colonum*. Adapun jenis herba yang ada pada seluruh stand sampel ada 19.

Jenis-jenis herba tertera diatas mempunyai laju fotosintesis yang tinggi karena perkembangan yang cepat dari berkas pembuluh pada bagian bawah daun dan biasanya merupakan organ yang banyak jumlahnya; selain itu rumput mempunyai indeks luas daun yang relatif besar sehingga mampu menyerap cahaya yang besar.

Jenis herba yang ada di area penelitian termasuk jenis tumbuhan C₄. Tumbuhan ini mempunyai sifat paling efisien dalam fotosintesis. Pada keadaan optimum, mampu beradaptasi terhadap panas, kecerahan kekeringan.

KESIMPULAN

Berdasarkan data hasil penelitian dapat dikhtisarkan sebagai berikut .

1. Perbedaan biomassa pada awal dan akhir penelitian rata-rata 9,525 g/plot untuk material pucuk hidup, dan 5,483 g/plot untuk material pucuk mati.
2. Total produksi neto selama periode produksi (penelitian) rata-rata 25,899 yang

setara dengan 103.596 g-cal/m².

3. Laju produksi neto dalam kalori perhari adalah 3561,87 g-cal.m⁻².hari⁻¹.
4. Jumlah jenis yang terdapat pada area penelitian ada 19 jenis, yang didominasi oleh *Brachiaria reptans*.
5. Laju perubahan gradual kontinu biomassa selama periode penelitian dipengaruhi oleh faktor edfik, terutama pH tanah, air, aerasi, temperatur tanah, dan faktor klimatik terutama kualitas cahaya, intensitas cahaya, lama pencahayaan, temperatur udara, dan kelembapan udara.

Berdasarkan ikhtisar tertera di atas, dapat ditarik kesimpulan yaitu adanya perkembangan biomassa tumbuhan herba pada ekosistem terestrial, dan produksi primer neto dapat diperkirakan. Komposisi komunitas tumbuhan pada tiap stand berbeda, yang didominasi oleh *Brachiaria reptans*. Laju perubahan gradual kontinu biomassa dipengaruhi oleh kondisi lingkungan, terutama factor edafik, dan klimatik.

BIBLIOGRAFI

- Barbour, M.C., J.H. Burk, and W.D. Pitts. 1987. *Terrestrial plant ecology*. 2nd ed. California: The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc.
- Chapman, S.B. 1986. Production ecology and nutrient budgets. In *Methods in plant ecology*, ed. P.D. Moore and S.B Chapman, 1—59. Oxford : Black Well Scientific Publication.
- Cox.G.W. 1974. *Laboratory manual of general ecology*, Dubuque, Iowa : WM.C Brown Company Publishers.
- Deshmukh, I. 1992. *Ekologi dan biologi tropika*. Jakarta: Yayasan Obor Indonesia. .
- Foth, H.D. 1984. *Fundamentals of soil science*. 7th ed. New York: John Wiley and Sons.
- Gardener, P.F., R.B. Pearce dan R.L. Mitchell, 1991. *Fisiologi tanaman budidaya*. Jakarta : Universitas Indonesia Press.
- Heddy, S. 1987. *Biologi pertanian*. Jakarta: Rajawali press.
- 1987. *Ekofisiologi pertanaman*. Bandung: Sinar baru.
- Lincoln, R.J.G.A. Boxshall, and P.F. Clark. 1985. *Dictionary of ekologi, evolution and systemic*. London Cambridge University Press.
- Noggle, G.R., and G.J. Fritz. 1979. *Introductory plant physiology*. New Delhi: Prentice-Hall of India Private Limited.
- Odum, E.P. 1993. *Dasar-dasar ekology*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Purnomo, H. 1991. *Perbedaan dan perubahan komposisi komunitas gulma padi sawah pada tempat yang berber da kelengasannya di daerah Mijen, Semarang*.

Yogyakarta: Fakultas Pascasarjana Universitas Gadjah Mada. Thesis.

-----, 2006. *Dasar-dasar ilmu lingkungan*. Semarang: IKIP PGRI Press.

Schroeder, D. 1984. *Soils-fact and concepts*-.Switzerland: Int. Potash Institute.