

Fraksi Radiasi Matahari pada Sistem Agroforestri Cempaka Solar Radiation Fraction in the Cempaka Agroforestry System

¹Randi Purba, Samuel P. Ratag², Josephus I. Kalangi²

¹Mahasiswa S1 Program Studi Ilmu Kehutanan Universitas Sam Ratulangi Manado

²Staf Pengajar Jurusan Budidaya Pertanian, Universitas Sam Ratulangi Manado
Fakultas Pertanian Program Studi Ilmu Kehutanan Universitas Sam Ratulangi Manado
Email: randymichael19@gmail.com

ABSTRACT

Plant growth and development depends on internal factors (genetic) and external factors (environment). Solar radiation (external factor) is an energy source needed in plant growth. In agroforestry systems the existence of woody species (trees) will reduce the level of light received by agricultural crops (annual crops). The purpose of this study was to determine the fraction of solar radiation in the Cempaka agroforestry system. The research was conducted in three locations, namely Lemoh Barat Village (295 masl), Rumoong Atas Village (489 masl) and Kinilow Satu Village (652 masl). Direct measurement of radiation using a solarimeter device placed in 3 observation points at each location, while the measurement of radiation fraction estimation was taken data of tree canopy width, tree height, tree spacing width and land area. The results of direct measurements of radiation obtained at the Lemoh Barat Village agroforestry area were 62%. Rumoong Atas Village were 51% and Kinilow Satu Village were 53%. The estimation results obtained by Lemoh Barat Village were 74%, Rumoong Atas Village were 62% and Kinilow Satu Village were 26%.

Key words: Radiation Fraction, Agroforestry, Cempaka

ABSTRAK

Pertumbuhan dan perkembangan tanaman tergantung pada faktor internal (genetik) dan faktor eksternal (lingkungan). Radiasi surya merupakan sumber energi yang dibutuhkan dalam pertumbuhan tanaman. Dalam sistem agroforestri keberadaan jenis tanaman berkayu (pohon) akan mengurangi tingkat cahaya yang diterima oleh tanaman pertanian (tanaman semusim). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui fraksi radiasi matahari pada sistem agroforestri cempaka. Penelitian dilaksanakan di tiga lokasi yaitu Desa Lemoh Barat (295 mdpl), Desa Rumoong Atas (489 mdpl) dan Desa Kinilow Satu (652 mdpl). Pengukuran langsung radiasi menggunakan alat solarimeter yang ditempatkan di 3 titik pengamatan pada setiap lokasi, sedangkan untuk pengukuran pendugaan fraksi radiasi diambil data lebar tajuk pohon, tinggi pohon, lebar jarak tanam pohon dan luas lahan. Hasil pengukuran langsung radiasi didapat pada area agroforestri Desa Lemoh Barat sebesar 62%. Desa Rumoong Atas 51% dan Desa Kinilow Satu sebesar 53%. Hasil pendugaan didapat Desa Lemoh Barat sebesar 74%, Desa Rumoong Atas Sebesar 62% dan Desa Kinilow Satu Sebesar 26%.

Kata Kunci: Fraksi Radiasi, Agroforestri, Cempaka

I. PENDAHULUAN

Ancaman pemanasan global dan perubahan iklim sudah menjadi perhatian khusus bagi produksi pertanian secara global, terutama karena perubahan pada variabel kunci iklim bagi tanaman, seperti halnya perubahan cuaca, curah hujan, suhu udara, dan kelembapan (Slingo *et al.*, 2005).

Pertumbuhan dan perkembangan, tanaman tergantung pada faktor internal (genetik) dan faktor eksternal (lingkungan). Faktor lingkungan adalah iklim (unsur-unsur meteorologi), edafis (tanah), biotik, fisiografis, dan antropik (manusia) (Gopaldaswamy, 1994). Tjasyono (2004), menyebutkan bahwa iklim tidak hanya mempengaruhi tanaman tetapi juga dipengaruhi tanaman. Iklim dapat lebih penting daripada tanah dalam menentukan pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Iklim mikro adalah faktor-faktor kondisi iklim setempat yang memberikan pengaruh langsung terhadap fisik pada suatu lingkungan. Iklim mikro merupakan iklim di lapisan udara dekat permukaan bumi dengan ketinggian 0-2 meter. Iklim mikro meliputi suhu, kelembapan dan cahaya atau radiasi.

Radiasi adalah suatu bentuk energi yang dipancarkan oleh setiap benda yang mempunyai suhu di atas nol mutlak dan merupakan satu-satunya bentuk energi yang dapat menjalar di dalam vakum angkasa luar (Prawiwardoyo, 1996). Dalam sistem agroforestri, keberadaan tanaman pelindung dari jenis tanaman tahunan (pohon) akan mengurangi tingkat radiasi yang diterima oleh tanaman sela khususnya jenis tanaman setahun, sehingga perlu diketahui fraksi radiasi yang tersedia bagi tanaman semusim (Sitompul, 2002). Terdapat kecenderungan

bahwa semakin rapat tegakan (batang per-hektarnya semakin besar) maka semakin kecil PAR yang sampai kelantai hutan, (Coopersmith, *et al.*, 2000).

Tanaman pohon dominan yang ditanam oleh masyarakat di daerah Tareran dari berbagai tipe penggunaan lahan baik pola tegakan murni dan campuran adalah pohon jenis Cempaka dan Wasian, yang merupakan pohon endemik Sulawesi, Namun demikian di beberapa tempat ditemukan hutan rakyat murni dengan jenis cempaka dan Wasian yang cenderung monokultur, dimana hasil produksi kayu cempaka menjadi konsumsi terbesar rumah panggung khas Minahasa (Langi, 2007). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui fraksi radiasi pada sistem agroforestri cempaka. Penelitian ini diharapkan bermanfaat bagi pengelolaan lahan dan pemilihan jenis tanaman.

Menurut Lundgren dan Raintree dalam Rianse (2010) pengertian agroforestri adalah istilah kolektif untuk sistem-sistem dan teknologi penggunaan lahan, yang secara terencana dilaksanakan pada satu unit lahan dengan mengkombinasikan tumbuhan berkayu (pohon, perdu, palem, bambu, dll.) dengan tanaman pertanian dan/atau hewan (ternak) dan/atau ikan, yang dilakukan pada waktu yang bersamaan atau bergiliran sehingga terbentuk interaksi ekologis dan ekonomis antar berbagai komponen yang ada. Vergara, mengklasifikasikan pola tanam agroforestri dalam beberapa bentuk yaitu: *Trees Along Border*, *Alternate rows*, *Alley cropping*, dan *Random mixture* (Mahendra, 2009).

Pertumbuhan tanaman di bawah naungan semakin terhambat bila tingkat naungan semakin tinggi. Apabila semua faktor pertumbuhan diasumsikan tidak terbatas,

pertumbuhan atau produksi biomassa tanaman pada akhirnya akan dibatasi oleh tingkat energi radiasi matahari. Kompleksitas yang ada pada sistem agroforestri membuat persamaan yang rumit menjadi tidak menarik, sehingga Sitompul (2002) memaparkan pendekatan sederhana untuk menaksir radiasi dengan asumsi cahaya yang tersedia adalah cahaya yang jatuh langsung pada tanaman tersebut, sehingga kuantitas cahaya yang sampai ditentukan oleh jarak tanam pohon, tinggi pohon, lebar tajuk dan kepadatan tajuk. Apabila jarak tanaman pohon adalah Z dan lebar tajuk W , maka area yang dapat ditanami tanaman semusim adalah $S = Z \cdot W$.

II. METODOLOGI

Waktu Dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan di lahan agroforestri di tiga lokasi dengan ketinggian berbeda yaitu, Desa Lemoh Barat (295 mdpl), Desa Rumoong Atas (489 mdpl) dan Desa Kinilow (652 mdpl). Penelitian ini dilaksanakan selama satu bulan sejak bulan Juli hingga Agustus 2017.

Alat Penelitian

Beberapa alat yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu:

1. Solarimeter untuk mengukur intensitas radiasi matahari (watt/m^2),
2. Thermohigrometer untuk mengukur suhu ($^{\circ}\text{C}$) dan kelembaban udara (%)
3. Meteran untuk mengukur lebar tajuk dan luas lahan.
4. Tripod untuk dudukan alat solarimeter
5. Stopwatch untuk mengukur interval waktu
6. Alat tulis dan perangkat lunak microsoft excel 2013 untuk mengolah data.

Metode Pengukuran Fraksi Radiasi

Untuk mendapatkan nilai fraksi radiasi dibutuhkan data lebar tajuk pohon, tinggi pohon, lebar jarak tanam pohon, jarak antar tajuk terluar pohon dan luas lahan yang masing-masing diukur menggunakan alat meteran tanah dan aplikasi *smart measure*.

Metode Pengukuran Radiasi

Pengukuran radiasi dilakukan di 4 titik yaitu, pengukuran di bawah tajuk pohon cempaka, pengukuran di dalam lorong yang dapat ditanami tanaman semusim, pengukuran di bawah tajuk tanaman semusim, dan pengukuran di luar lokasi pengamatan sebagai kontrol (Sitompul, 2002).

Penentuan 4 titik pengamatan untuk mewakili data di lapangan. Pengukuran dilakukan di bawah tajuk, di lorong yang dapat ditanami tanaman semusim, di bawah tajuk tanaman semusim dan di luar lokasi pengamatan. solarimeter diletakkan di atas tripod pada setiap titik pengamatan. Data diambil setiap 15 menit, dimulai dari pukul 8 pagi hingga pukul 4 sore.

Metode Pengukuran Suhu dan Kelembaban Udara

Pengukuran suhu dan kelembaban udara menggunakan alat *thermohygrometer*. Waktu pengamatan suhu udara minimum diukur pada pagi hari 07.00 dan suhu udara maksimum diukur pada sore hari pada pukul 17.00. Waktu pengukuran kelembaban udara adalah pukul 08.00; 13.30 dan 16.30. Data yang diperoleh berguna untuk mendukung data pengamatan radiasi di lapangan.

Analisis Data

Hasil Pengukuran fraksi radiasi di lapangan kemudian di analisis menggunakan

software microsoft excel. Data dianalisis menggunakan rumus fraksi radiasi yang dikutip dari Sitompul (2002).

$$RF = (1/\pi) (\text{Atan}(\theta_R) + \text{Atan}(\theta_L))$$

$$\theta_R = f(S-W)/H \ \& \ \theta_L = (1-f)(S-W)/H \ (2)$$

Dimana RF adalah fraksi radiasi ($0 \leq RF \leq 1$; 0 adalah tertutup penuh & 1 adalah terbuka penuh) $\pi = 22/7$, $\text{ATAN} = \text{arc tan}$ (tangen), f adalah fraksi jarak S ($0 \leq f \leq 1$), $S = Z-W$ (jarak antara tajuk terluar pohon, m), $W = \text{lebar tajuk pohon (m)}$ dan $H = \text{tinggi pohon (m)}$. Persamaan di atas menunjukkan $RF = 0$.

III. PEMBAHASAN

Area Agroforestri Desa Lemoh Barat

Area penelitian agroforestri di Desa Lemoh Barat merupakan pola lorong dimana jarak antar baris adalah 11 m dan antar tanaman dalam baris adalah 6,25 m. Luas lahan yang diamati sebesar 1500 m² dengan jumlah pohon adalah 24 pohon. Pada area ini vegetasi utamanya adalah pohon cempaka. Hasil perhitungan fraksi radiasi ketiga lorong masing-masing adalah 0,74, 0,74 0,75. Hal ini menggambarkan 74% cahaya masuk dan diterima oleh tanaman sela di lorong. Sementara pada hasil pengukuran langsung didapat 64% cahaya yang diterima tanaman sela. Hal ini dikarenakan perhitungan empiris mengasumsikan cuaca cerah, sementara pada saat pengukuran langsung cuaca berawan.

Area Agroforestri Desa Rumoong Atas

Pada areal agroforestri Desa Rumoong Atas terdapat 6 lorong dengan nilai rata-rata pendugaan fraksi radiasi masing-masing lorong yaitu: (0,5), (0,72), (0,6), (0,67), (0,66), (0,56). Nilai tersebut sangat bervariasi antar lorong, hal ini disebabkan jumlah pohon pada

setiap baris yang tidak sama. Nilai rata-rata fraksi setiap lorong yaitu 0,62. Sementara nilai pengukuran langsung yaitu 0,51 atau 51% cahaya yang diterima tanaman sela. Perbedaan ini disebabkan pendugaan empiris mengasumsikan cuaca cerah sementara pada saat pengamatan cuaca cerah berawan.

Area Agroforestri Desa Kinilow Satu

Pada Desa Kinilow Satu, luas lahan agroforestri luas lokasi pengamatan yaitu 2627,52 m². Pola agroforestri di lahan ini merupakan pola agroforestri acak (*random mixture*) dengan jumlah pohon yaitu 17 pohon. Untuk hasil pendugaan fraksi radiasi pada area Desa Kinilow Satu rata-rata nilai fraksi radiasi yaitu 0,26, nilai tersebut merupakan yang terkecil jika dibandingkan dengan dua areal yang lain. Hal ini dapat disebabkan oleh pola acak yang mana pohon didalam areal agroforestri bukan yang ditanam melainkan pohon yang sudah tumbuh lama namun dibiarkan, sehingga bentuk tajuk sangat lebar dan berpengaruh terhadap intesepsi cahaya. Sementara untuk hasil pengukuran langsung didapat nilai rata-rata fraksi radiasi sebesar 0,53%. Hal ini sejalan dengan laporan penelitian efisiensi pemanfaatan radiasi yang dikemukakan oleh Ulinata (2014), bahwa tanaman di luar naungan lebih efisien dari pada tanaman di bawah naungan, tajuk pada tanaman di bawah naungan relatif lebih tebal dari pada tanpa naungan.

Dari masing-masing lokasi penelitian terdapat hasil yang berbeda antara lokasi Desa Kinilow Satu dengan dua lokasi lainnya. Dimana pada lokasi Desa Kinilow Satu hasil dari pendugaan fraksi radiasi lebih kecil nilainya dibandingkan dengan hasil pengukuran langsung. Hal ini diduga disebabkan oleh karakteristik pola acak dengan tajuk pohon yang lebar sehingga nilai pendugaan fraksi radiasi menjadi kecil.

Dari hasil penelitian, jarak tanam pohon cempaka sangat berpengaruh dalam menentukan nilai fraksi radiasi, dimana semakin kecil jarak tanam pohon (rapat) maka radiasi yang sampai pada tanaman dibawah pohon cempaka akan semakin kecil pula, bahkan dalam beberapa temuan dilapangan pohon-pohon cempaka yang mempunyai kanopi saling bersinggungan mempunyai nilai fraksi radiasi <5%. Hal ini didukung oleh hasil laporan Coopersmith *et al.*, (2000) yang menyatakan bahwa terdapat kecenderungan bahwa semakin rapat tegakan (batang perhektarnya semakin besar) maka semakin kecil PAR yang sampai kelantai hutan.

Bagi pohon cempaka sendiri faktor-faktor seperti bentuk tanaman, populasi tanaman, dan lebar baris akan mempengaruhi distribusi daun dan dapat terjadi dalam kombinasi yang tak terbatas, yang berakibat pada jumlah dan distribusi luas daun dalam kanopi yang menentukan bagaimana radiasi aktif fotosintesis dicegat yang akibatnya mempengaruhi hasil fotosintesis kanopi (Stewart, *et al.*, 2003).

Sementara bagi tanaman bawah (tanaman semusim semakin rapat tegakan pohon cempaka maka persentase naungan akan semakin besar yang mengakibatkan intensitas radiasi semakin rendah diatas tajuk tanaman semusim. Hal ini terbukti pada tanaman padi gogo, dimana tanaman yang ternaungi 50% secara nyata telah menurunkan pertumbuhan dan produksi tetapi mendorong tinggi tanaman sebagai akibat rendahnya intersepsi radiasi dan pemanfaatan efisiensi radiasi (Moelyohadi *et al.*, 1999)

IV. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

Dari hasil pendugaan fraksi radiasi dan pengukuran maka diperoleh kesimpulan yaitu: Pada lahan agroforestri di Desa Lemoh diperoleh pendugaan 74% dan pengukuran langsung didapat 62%. Lokasi Desa Rumoong Atas diduga 62% dan pengukuran langsung didapat 51%. Lokasi Desa Kinilow Satu diduga 26% dan pengukuran langsung didapat 53%. Pola penanaman sangat berpengaruh terhadap radiasi matahari yang sampai pada tanaman sela. Dari ketiga lokasi penelitian, besaran radiasi yang diteruskan kepada tanaman sela belum mencapai 75% yang merupakan kondisi optimum bagi pertumbuhan tanaman semusim khususnya.

Saran

Penelitian lebih lanjut dapat dilakukan dalam penentuan kesesuaian tanaman sela seperti sifat kimia tanah, kebutuhan air tanaman dan analisis keuntungan ekonomi. Waktu pengamatan yang panjang dianjurkan dalam pengukuran radiasi.

Daftar Pustaka

- Coopersmith, D., B. Sagar, dan D. Thompson. 2000. *Ten Year Results of The Bear Mountain Mixedwood Trial (EP 1077): The Effect of Overtopping Aspen Canopies on White Spruce Growth and Seddling Microclimate. Forest Research Note. March 2000. Note #PG-23. British Columbia. Canada.*
- Gopaldaswamy, N. 1994. *Agricultural Meteorology*. Rawat Publications, New Delhi.
- Mahendra, F. 2009. *Sistem Agroforestri dan Aplikasinya*. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Moelyohadi Y., Yonny K., Hanedi D., dan Didy S. 1999. *Pengaruh Naungan Terhadap*

Intersepsi dan Efisiensi Penggunaan Radiasi Surya Pada Tanaman Padi Gogo. *Jurnal Agromet*. Vol 14 (1-2) hal. 59-70.

Prawiwardoyo, S. 1996. *Meteorologi*. ITB. Bandung.

Rianse, U., Abdi. 2010. *AGROFORESTRI: Solusi Sosial dan Ekonomi Pengelolaan Sumber Daya Hutan*. Alfabeta. Bandung.

Sitompul, S.M. 2002. *Radiasi dalam Sistem Agroforestri*. Bahan Ajar 5.

Slingo, J.M., Andrew J.C., Brian J.H., Timothy RW. 2005. *Introduction: Food Crops In A Changing Climate. Philosophical Transactions of The Royal Society*, B(360):1983-1989.

Stewart D. W., Costa C., Dwyer L. M., Smith D. L., Hamilton R. I., dan Ma B. L. 2003. *Canopy Structure, Light Interception, and Photosynthesis in Maize*. *Agronomy Journal*. Vol. 95 No. 6, p. 1465-1474.

Tjasyono, B. 2004. *Klimatologi*. Institut Teknologi Bandung. Bandung.

Ulinata, E. 2014. *Intersepsi Radiasi Matahari dan Pertumbuhan Tanaman Cabai Merah pada Kondisi Tanpa Naungan dan Ternaungi*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Langi, Y.A.R.. 2007. *Model Penduga Biomassa dan Karbon Pada Tegakan Hutan Rakyat Cempaka (Elmerrillia ovalis) dan Wasian (Elmerrillia celebica) di Kabupaten Minahasa Sulawesi Utara*. Thesis. Institut Pertanian Bogor. Bogor.