

BUDIDAYA KAPULAGA SEBAGAI TANAMAN SELA PADA TEGAKAN SENGON

CARDAMON PRODUCTION UNDER ALBIZIA STANDS

Prasetyo

Program Studi Agronomi, Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu

ABSTRACT

The environment under tree stands can be potentially used to produce variety of crops. Purpose of this research was to evaluate the performances of cardamon as intercropped under albizia stands. The study was performed in three steps, namely 1) observing the microenvironment under the stands at different ages, 2) determining the effects of shading to the growth of cardamon plants, and 3) determining the effects of albizia age, nitrogen and phosphor dosages on the growth and yield of cardamon. The step 2 was conducted experimentally using Randomized complete block design with three replicates. The shading levels applied were 0, 35, and 70%. The step 3 was carried out as step 2 but the treatments consisted of albizia ages (3 and 6 yr), dosage of urea (0, 50, 100, 150 kg ha⁻¹), and dosage of TSP (0, 100, and 200 kg ha⁻¹) were arranged factorially. The results indicated that ages of stand affect the microenvironment underneath where 6 years old stands (70% shading) produce better environment for growth and yield of cardamon. The shading levels of 35 and 70% provided better environment for cardamon growth compared to no- shading. Effect of shading and nitrogen and phosphor on plant appeared 4 month after applications. Shading levels and age of albizia stand had independently affected the plant up to 6- 10 months. Combination of 70% shading or 6 yr albizia stands with 100 kg ha⁻¹ had produced the highest growth and yield of cardamon. The yield of cardamon had linearly increased as the dosage of urea and TSP increased.

Keywords: cardamon, albizia stand, shading level, fertilizer

ABSTRAK

Penelitian bertujuan untuk mempelajari pengaruh perbedaan umur tegakan sengon, pemupukan urea dan TSP terhadap pertumbuhan tanaman kapulaga. Penelitian ini meliputi 3 tahap percobaan yang dilakukan pada bulan September 2001 sampai dengan Juli 2003. Penelitian I merupakan survei tentang keadaan lingkungan mikro pada berbagai umur tegakan sengon. Penelitian II adalah percobaan pendahuluan tentang pengaruh naungan terhadap pertumbuhan kapulaga. Percobaan dengan faktor tunggal tingkat naungan buatan yaitu 0, 35 dan 70% yang disusun dalam RAKL dengan 3 ulangan. Penelitian III adalah tentang pengaruh umur tegakan sengon, dosis pupuk Urea dan dosis pupuk TSP terhadap pertumbuhan dan hasil kapulaga. Percobaan faktorial (2x4x3) dengan tiga ulangan disusun dalam RAKL, dengan perlakuan sebagai berikut : (i) umur tegakan sengon terdiri atas : 3 dan 6 tahun; (ii) dosis pupuk N, terdiri atas :0, 50, 100, 150 kg ha⁻¹; dan (iii) dosis pupuk P, terdiri atas : 0, 100, dan 200 kg ha⁻¹. Hasil penelitian menunjukkan bahwa (i) Terdapat perbedaan keadaan lingkungan mikro pada umur tegakan sengon yang berbeda, lingkungan dengan naungan lebih tinggi (tanaman sengon umur 6 tahun atau 70 %) menguntungkan bagi pertumbuhan dan hasil kapulaga (2) Pertumbuhan kapulaga di bawah naungan (35% dan 70%) lebih baik dibanding tanpa naungan sama sekali. (3) Pertumbuhan tanaman kapulaga dipengaruhi secara bersama oleh perlakuan naungan maupun dosis pupuk nitrogen (urea) dan fosfor (TSP) setelah umur 4 bulan. (4) Tingkat naungan dan umur tegakan sengon secara tunggal (sendiri) berpengaruh terhadap pertumbuhan kapulaga hingga umur 6-10 bulan. (5) Kombinasi perlakuan naungan 70% atau umur tegakan sengon 6 tahun (intensitas cahaya sekitar 80.57 kkal cm⁻² detik⁻¹), dengan dosis pupuk urea 100 kg ha⁻¹ (46 kg N ha⁻¹) dan pupuk TSP 200 kg ha⁻¹ (48 kg P₂O₅ ha⁻¹) menunjukkan pengaruh terbaik bagi pertumbuhan dan hasil tanaman kapulaga. (5) Penggunaan dosis pupuk urea dan TSP hingga dosis 100 kg urea ha⁻¹ dan 100 kg TSP ha⁻¹ mampu meningkatkan hasil tanaman kapulaga (19.95 kg bunga kering ha⁻¹).

Kata kunci : kapulaga, naungan dan pupuk

PENDAHULUAN

Laju pertumbuhan penduduk yang sangat cepat menimbulkan masalah yang kompleks, akhir-akhir ini. Peningkatan jumlah penduduk diikuti oleh peningkatan kebutuhan pangan, sandang, obat-obatan, perumahan dan lain-lain. Lahan yang memadai diperlukan untuk penyediaan kebutuhan tersebut, terutama untuk budidaya pertanian. Kualitas dan kuantitas lahan menurun dengan peningkatan tekanan oleh manusia, karena adanya pengalih-fungsian lahan pertanian menjadi areal non-pertanian. Pengelolaan lahan yang tidak akrab lingkungan dapat mempercepat terjadinya degradasi kesuburan tanah. Karenanya, permasalahan lahan ini perlu mendapatkan perhatian yang sungguh-sungguh dari semua pihak. Pengelolaan lahan yang diperlukan ialah jenis upaya yang dapat mengatasi beberapa masalah, di antaranya pengelolaan yang dapat memenuhi kebutuhan penduduk dan pelestarian tanah dan lingkungan. Upaya yang dapat berperan ditinjau dari segi tanaman dan konsumsi melalui diversifikasi tanaman. Diversifikasi tanaman dapat memberikan dampak positif pada ketahanan usaha tani karena dapat mengurangi resiko, peningkatan pendapatan petani dan nilai tambah dari lahan yang ditanami. Dari segi konsumsi diversifikasi tanaman dapat meningkatkan penganekaragaman jenis pangan. Diversifikasi produksi dapat ditempuh melalui pola tanam tumpang-sari, baik antara tanaman semusim maupun tanaman semusim dengan tanaman tahun. Peningkatan efisiensi penggunaan sumber daya alam yang ada ialah dengan penerapan pola tanam tumpang sari yang tepat dan sesuai dengan kondisi agro-ekologi setempat.

Penanaman tanaman pertanian di areal hutan atau perkebunan yang dikenal dengan sistem agroforestri merupakan alternatif pemecahan masalah yang ada. Pengelolaan sistem agroforestri selalu dihadapkan pada berbagai tantangan terutama tingkat naungan yang cukup tinggi sehingga intensitas cahaya matahari yang dapat diterima menjadi rendah dan ini berakibat pada budidaya tanaman di bawah kanopi pohon. Selain itu lahan yang mempunyai topografi dengan

undulasi yang berombak hingga bergelombang, sebagai masalah lain yang dihadapi dalam sistem agroforestri ialah kehilangan unsur hara terutama nitrogen akibat pencucian oleh air hujan maupun mengalami volatilisasi. Namun dengan penanaman jenis-jenis tanaman toleran terhadap naungan salah satunya kapulaga, akan dapat mengatasi masalah keterbatasan intensitas cahaya. Demikian pula dengan kehilangan unsur hara dapat diatasi dengan pengembangan teknologi budidaya.

Tanaman Kapulaga (*Paraserianthes cardamomum*) merupakan jenis tanaman perdu yang potensial dalam agroforestri dan berfungsi sebagai obat-obatan (jamu), rempah-rempah, dan pengharum nafas. Budidaya kapulaga dengan sistem agroforestri belum banyak dilakukan, misalnya penelitian tentang umur kanopi yang sesuai untuk budidaya tanaman sehingga dapat berproduksi secara optimal tanpa mengganggu pertumbuhan tanaman pokok yang ada. Di samping itu tingkat naungan, teknologi budidaya seperti pemupukan nitrogen dan fosfor serta daya hasil kapulaga belum banyak diketahui. Oleh karena itu, perlu kajian mendalam tentang pengaruh tingkat naungan, pemupukan nitrogen dan fosfor terhadap tanaman kapulaga sebagai tanaman sela pada sistem agroforestri.

Tujuan umum penelitian ini ialah untuk mendapatkan : teori tentang hubungan antara naungan/umur tegakan sengon dan pemupukan dengan pertumbuhan dan hasil tanaman kapulaga sebagai tanaman sela. Konsep pemberdayaan hutan dan masyarakat hutan dalam rangka pengembangan hutan tanaman industri. Teknologi pemanfaatan lahan diantara tanaman hutan khususnya di bawah tegakan sengon dalam sistem agroforestri.

METODE PENELITIAN

Tahap I : Penelitian pendahuluan berupa kegiatan survai kondisi lingkungan di bawah kanopi sengon 3,4, 5, 6, dan 7 tahun yang dilakukan 2 kali yaitu pada musim penghujan dan kemarau. Objek yang diamati ialah: intensitas cahaya, suhu udara dan tanah, kelembaban udara (RH), kandungan bahan organik tanah, pH tanah,

vegetasi bawah, dan produksi serasah. Pengamatan dilakukan pada jam 12.00 – 14.00, masing-masing pada tiga titik sampling yang berada minimal 10 m dari bagian tepi petak pengamatan. Hasil pengamatan dianalisis statistik dan secara morfologis untuk menentukan penelitian berikutnya.

Tahap II : Percobaan pengaruh tingkat naungan terhadap iklim mikro dan pertumbuhan tanaman kapulaga. Penelitian dilakukan dengan pola Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktor tunggal Tingkat naungan yang terdiri atas 3 taraf perlakuan yaitu : 0, 35, dan 70%, dengan sampel tanaman setiap ulangan 75 tanaman dan masing-masing diulang sebanyak 3 ulangan. Pengamatan variabel pertumbuhan tanaman dilakukan pada minggu ke 4, 8, dan 12 setelah tanam dengan metode destruktif. Adapun variabel-variabel yang diukur ialah: persentase tanaman hidup atau tumbuh, luas daun, berat daun, jumlah daun, tinggi tajuk. Data yang diperoleh digunakan untuk menentukan penelitian berikutnya di bawah kanopi sengon.

Tahap III : Percobaan pengaruh tingkat naungan dan dosis pupuk nitrogen dan fosfor pada pertumbuhan dan hasil tanaman kapulaga di bawah kanopi sengon berumur 3 dan 6 tahun. Penelitian dilakukan dengan pola Rancangan Acak Kelompok dengan 3 faktor (1) Tingkat naungan yang terdiri atas 2 taraf yaitu : 35% dan 70%, (2) Dosis nitrogen yang terdiri atas 4 taraf perlakuan yaitu : 0, 50, 100 dan 150 kg ha⁻¹, (3) Dosis fosfor yang terdiri atas 3 taraf perlakuan yaitu : 0, 100 dan 200 kg ha⁻¹. Pengamatan variabel pertumbuhan tanaman dilakukan pada minggu ke 10, 20, 30, 40, 50, dan 60 setelah tanam meliputi rata-rata tinggi tanaman, total tinggi tanaman, total jumlah daun, rerata jumlah daun per tanaman, jumlah tunas, diameter tunas, kepadatan stomata, kandungan klorofil, luas daun, bobot segar daun, bobot segar batang, bobot

segar akar, bobot segar umbi, bobot total brangkasan, bobot kering daun, bobot kering batang, bobot kering akar, bobot kering umbi, bobot total brangkasan, kandungan N jaringan tanaman. Pengamatan tanaman diambil 3 sampel secara acak untuk setiap perlakuan. Dari data pengamatan kemudian dihitung pula : ILD, CGR, NAR, SLA, EKE. Data yang diperoleh dianalisis dengan analisis ragam, untuk melihat perbedaan antar perlakuan yang berbeda nyata dilakukan uji beda nyata terkecil (BNT) dan untuk melihat bentuk hubungan antar karakter pertumbuhan dilakukan analisis regresi korelasi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertumbuhan tanaman kapulaga yang di tanam di bawah tegakan sengon pada umur 12 bulan setelah tanam variabel total luas daun, indeks luas daun, jumlah daun dan tinggi tanaman tertera pada Tabel 1. Ke tiga variabel di atas terjadi interaksi antara dosis nitrogen dengan dosis fosfor yang diuji.

Pertumbuhan tanaman kapulaga yang di tanam di bawah tegakan sengon pada umur 12 bulan setelah tanam variabel diameter batang dan saat muncul bunga pertama tertera pada Tabel 2. Variabel diameter batang dan saat muncul bunga pertama tanaman kapulaga yang di tanam di bawah tegakan sengon dengan sistem agroforestri terjadi pengaruh interaksi antara tingkat naungan dengan dosis fosfor yang diuji.

Pertumbuhan tanaman kapulaga yang di tanam di bawah tegakan sengon pada umur 12 bulan setelah tanam variabel jumlah tunas dan saat muncul bunga pertama tertera pada Tabel 3.

Pertumbuhan tanaman kapulaga yang di tanam di bawah tegakan sengon pada umur 12 bulan setelah tanam variabel jumlah tunas dan saat muncul bunga pertama tertera pada Tabel 4. Variabel saat muncul bunga pertama juga terjadi interaksi antara dosis pupuk nitrogen dengan dosis pupuk fosfor yang diberikan.

Tabel 1. Pengaruh bersama dosis nitrogen dan dosis fosfor terhadap total luas daun, indeks luas daun, jumlah daun dan tinggi tanaman tanaman Kapulaga di bawah tegakan sengon umur 12 bulan

| Dosis fosfor (kg ha ⁻¹) | Total luas daun (cm ²) | | | |
|-------------------------------------|---------------------------------------|------------|------------|------------|
| | Dosis nitrogen (kg ha ⁻¹) | | | |
| | 0 | 50 | 100 | 150 |
| 0 | 5475.444d | 14509.38ad | 20156.34ab | 8006.29bd |
| 100 | 3678.467d | 19615.62ac | 22603.75a | 9648.99ad |
| 200 | 7681.91bd | 18996.58ac | 21143.66ab | 18148.61ac |
| Dosis fosfor (kg ha ⁻¹) | Indeks Luas Daun | | | |
| | Dosis nitrogen (kg ha ⁻¹) | | | |
| | 0 | 50 | 100 | 150 |
| 0 | 0.55cd | 0.80cd | 2.40a | 1.01bd |
| 100 | 1.61ad | 1.45ad | 2.32ab | 1.63ad |
| 200 | 0.77cd | 2.24ab | 1.82ac | 0.37 d |
| Dosis fosfor (kg ha ⁻¹) | Tinggi tanaman (cm) | | | |
| | Dosis nitrogen (kg ha ⁻¹) | | | |
| | 0 | 50 | 100 | 150 |
| 0 | 65.91e | 77.19be | 96.77ab | 73.60de |
| 100 | 77.54be | 98.44a | 75.53ce | 77.19be |
| 200 | 68.44e | 94.15ac | 90.89ad | 60.45e |

Angka-angka yang diikuti huruf yang sama berbeda tidak nyata pada taraf uji 0.05

Tabel 2. Pengaruh bersama tingkat naungan dan dosis fosfor terhadap diameter batang dan saat muncul bunga pertama tanaman kapulaga di bawah tegakan sengon umur 12 bulan

| Tingkat naungan (%) | Diameter batang (mm) | | |
|---------------------|-------------------------------------|--------|--------|
| | Dosis fosfor (kg ha ⁻¹) | | |
| | 0 | 100 | 200 |
| 35 | 9.60d | 10.52c | 9.57d |
| 70 | 11.49b | 12.75a | 10.67c |
| Tingkat naungan (%) | Saat Muncul Bunga (minggu) | | |
| | Dosis fosfor (kg ha ⁻¹) | | |
| | 0 | 100 | 200 |
| 35 | 54.50b | 46.42c | 44.75c |
| 70 | 57.92a | 34.06d | 36.03d |

Angka-angka yang diikuti huruf yang sama berbeda tidak nyata pada taraf uji 0.05

Tabel 3. Pengaruh dosis nitrogen dan fosfor terhadap jumlah tunas dan saat muncul bunga pertama tanaman kapulaga di bawah tegakan sengon umur 12 bulan

| Dosis nitrogen (kg ha ⁻¹) | Jumlah tunas (buah) | Saat muncul bunga (minggu) |
|---------------------------------------|---------------------|----------------------------|
| 0 | 8.78c | 53.87a |
| 50 | 13.06b | 40.65b |
| 100 | 19.61a | 35.306c |
| 150 | 11.54bc | 52.63a |
| Dosis fosfor (kg ha ⁻¹) | Jumlah tunas (buah) | Saat muncul bunga (minggu) |
| 0 | 11.15 b | 62.78a |
| 100 | 14.74a | 37.21b |
| 200 | 13.86ab | 36.85b |

Angka-angka yang diikuti huruf yang sama berbeda tidak nyata pada taraf uji 0.05

Tabel 4. Pengaruh bersama dosis nitrogen dan fosfor terhadap Saat Muncul Bunga tanaman Kapulaga di bawah tegakan Sengon umur 12 bulan.

| Dosis fosfor (kg ha ⁻¹) | Saat muncul bunga (minggu) | | | |
|-------------------------------------|---------------------------------------|---------|--------|---------|
| | Dosis nitrogen (kg ha ⁻¹) | | | |
| | 0 | 50 | 100 | 150 |
| 0 | 66.22a | 63.22ab | 58.72b | 62.95ab |
| 100 | 49.28c | 31.33e | 22.72f | 44.06d |
| 200 | 46.11cd | 27.39ef | 24.44f | 50.89c |

Angka-angka yang diikuti huruf yang sama berbeda tidak nyata pada taraf uji 0.05

Pertumbuhan tanaman kapulaga yang di tanam di bawah tegakan sengon pada umur 12 bulan setelah tanam variabel Crop Growth Rate, Net Asimilation Rate, Spesifik Leaf Area dan Efisiensi Konversi Energi tertera pada Tabel 5. Pada pengukuran laju tumbuh pertanaman (CGR), hasil bersih asimilasi (NAR), luas daun spesifik (SLA) dan efisiensi konversi energi (EKE) terdapat

pengaruh tunggal dari dosis nitrogen yang diberikan.

Keeratan hubungan antar variabel pengamatan tertera pada Tabel 6. Hasil perhitungan menunjukkan 90% terdapat korelasi yang nyata, berarti perubahan variabel yang satu erat sekali hubungannya dengan perubahan variabel lainnya.

Tabel 5. Pengaruh dosis nitrogen terhadap Crop Growth Rate, Net Asimilation Rate, Spesifik Leaf Area dan Efisiensi Konversi Energi Tanaman Kapulaga di Bawah Tegakan Sengon umur 12 bulan

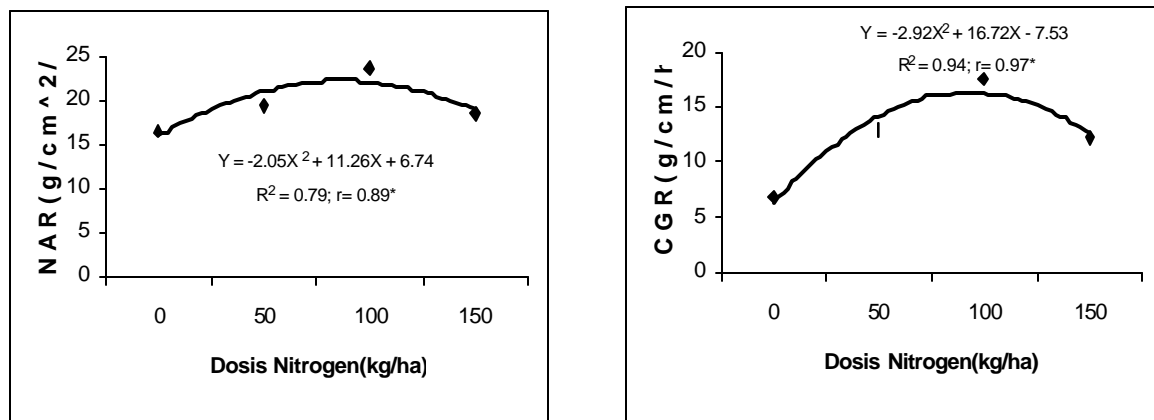
| Dosis Nitro-gen (kg ha ⁻¹) | Crop Growth Rate (g cm ² hr ⁻¹) | Net Asimilation Rate (g cm ² hr ⁻¹) | Spesifik Leaf Area (cm ² g ⁻¹) | Efisiensi Konversi Energi (%) |
|--|--|--|---|-------------------------------|
| 0 | 6.70c | 16.48c | 235.80b | 0.45c |
| 50 | 17.62a | 19.42b | 277.47a | 0.86b |
| 100 | 17.62a | 23.67a | 290.37a | 1.10a |
| 150 | 12.15b | 18.40bc | 266.25ab | 0.78bc |

Angka-angka yang diikuti huruf yang sama berbeda tidak nyata pada taraf uji 0.05

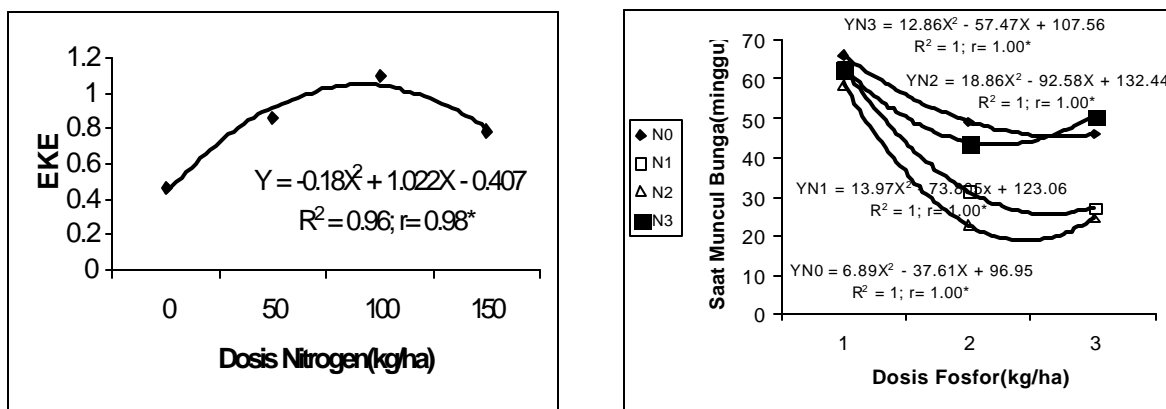
Tabel 6. Matriks korelasi hubungan antar variabel

| Variabel | J.Stomata | Khlorofil | LDS | LPR | NAR | RtLD | SMB |
|-----------|-----------|-----------|---------|---------|---------|--------|-----|
| J.Stomata | 0 | | | | | | |
| Khlorofil | 0.3871* | 0 | | | | | |
| LDS | 0.3580* | 0.2870* | 0 | | | | |
| LPR | 0.4971* | 0.5071* | 0.2526* | 0 | | | |
| NAR | -0.299* | -0.0984 | -0.348* | -0.503* | 0 | | |
| RtLD | 0.2238 | 0.0986* | 0.4183* | 0.2881* | 0.4883* | 0 | |
| SMB | -0.601* | -0.314* | 0.003* | -0.241* | -0.239* | -0.01* | 0 |

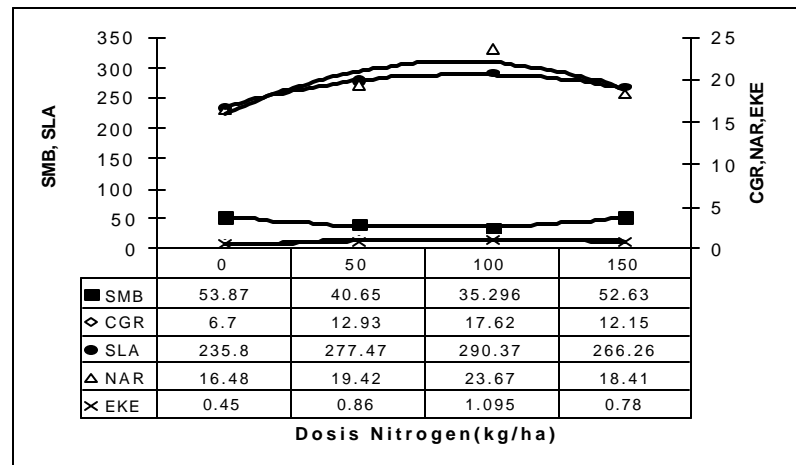
* = korelasi nyata antar karakter/variabel yang diamati/diukur



Gambar 1. Kurva hubungan antara dosis nitrogen, laju tumbuh per tanaman (CGR) dan hasil bersih asimilasi (NAR) tanaman kapulaga di bawah tegakan sengon



Gambar 2. Kurva hubungan antara dosis nitrogen, efisiensi konversi energi (EKE) dan saat muncul bunga pertama tanaman kapulaga di bawah tegakan sengon



Gambar 3. Kurva hubungan antara dosis nitrogen, laju Pertumbuhan tanaman (CGR), hasil bersih asimilasi (NAR), ketebalan daun (SLA), efisiensi konversi (EKE) dan saat muncul bunga(SMB)

Total luas daun terjadi interaksi dari tiga faktor yang diteliti. Interaksi umur kanopi sengon 6 tahun, dosis nitrogen 100 kg ha^{-1} dan fosfor 200 kg ha^{-1} mempunyai total luas daun yang paling besar dan berbeda dengan perlakuan lainnya. Luas daun ialah organ tanaman yang sangat berkontribusi pada kehidupan tanaman, karena pada daun tersebut berlangsung proses fotosintesis. Perbedaan ukuran daun sampai batas tertentu, dengan catatan setiap helaian daun mampu menerima cahaya matahari secara langsung akan berdampak pada kapasitas tanaman dalam memproduksi fotosintat. Faktor tingkat naungan, dosis nitrogen dan fosfor pada variabel luas daun sangat berpengaruh pada pertumbuhan luas daun tanaman kapulaga. Daun merupakan tempat berlangsungnya proses fotosintesis, maka adanya perbedaan luas daun pada tanaman akan berdampak pada kemampuan tanaman tersebut membentuk fotosintat, makin banyak daun yang dapat melakukan proses fotosintesis maka fotosintatnya akan makin banyak juga. Unsur mineral pada imbalanced tertentu mempunyai banyak fungsi di dalam tanaman, dapat berfungsi sebagai katalis dalam jaringan, regulator osmosis, sistem penyangga dan permeabilitas membran (Kramer dan Kozlowski, 1979). Tanaman yang cukup unsur hara, air dan iklim mikro lain mendukung, maka daun akan dapat melakukan

proses fotosintesis dengan optimal seperti diuraikan oleh Foyer (1996).

Indeks luas daun pada umur 12 bulan setelah tanam, terjadi interaksi dari tiga faktor yang diteliti. Interaksi umur kanopi/tegakan sengon 6 tahun dengan dosis nitrogen 100 kg ha^{-1} dan fosfor 200 kg ha^{-1} mempunyai indeks luas daun yang paling besar dan berbeda dengan perlakuan lainnya. Nilai ILD mencerminkan tingkat potensi permukaan yang difungsikan untuk proses fotosintesis. Makin tinggi ILD, makin tinggi potensi penghasil fotosintat. Nilai ILD yang tinggi dapat membawa konsekuensi pada tingkat persaingan cahaya bagi helaian daun, makin tinggi nilai ILD tanaman makin tinggi kemampuan tajuk untuk mengurangi energi matahari yang sampai pada bagian tajuk lebih dalam, akibatnya daun tanaman bagian bawah menjadi tidak efisien. ILD berperan penting dalam penentuan efisiensi distribusi energi matahari di dalam profil tajuk tanaman. Makin tinggi nilai ILD makin tinggi penanangan sesama daun, akibatnya proses distribusi energi ke bagian dalam profil tajuk makin rendah. Dengan nilai ILD yang terlalu tinggi justru akan merugikan bagi hasil bersih fotosintesis tanaman (Gardner *et al.*, 1985).

Laju pertumbuhan relatif tanaman menunjukkan adanya pengaruh nyata pada perlakuan tunggal dosis nitrogen dan pengaruh yang diberikan membentuk pola kuadrat dengan

dosis optimal sekitar 100 kg ha^{-1} . Hal ini sejalan dengan peranan nitrogen pada pertumbuhan vegetatif tanaman. Laju pertumbuhan relatif tanaman, pertumbuhan tanaman adalah suatu proses pertambahan ukuran suatu tanaman dari suatu waktu ke waktu berikutnya. Pengukuran laju pertumbuhan relatif tanaman dilakukan dengan menganalisis pertambahan bahan kering tanaman per satuan waktu. (Rosenthal and Gerik, 1996).

Luas daun spesifik/*specific leaf area* (LDS/SLA), menunjukkan pengaruh faktor tunggal nitrogen. Luas daun spesifik merupakan salah satu cara untuk mengkaji perubahan karakteristik daun akibat pengaruh perubahan lingkungan tumbuh tanaman. Nilai SLA ditetapkan berdasarkan besarnya luas daun dengan berat kering daun. Nilai LDS/SLA yang rendah menggambarkan bahwa daun tersebut tebal. Pengaruh perlakuan membentuk pola kuadrat dengan dosis optimal nitrogen sekitar 100 kg ha^{-1} . Hal ini ada kemungkinan dengan kondisi tingkat naungan yang lebih rendah, daun akan membentuk morfologi yang lebih tebal dalam adaptasinya mengurangi terjadinya transpirasi dari daun. Dari hasil ini terlihat bahwa untuk pertumbuhan vegetatif tanaman seperti luas daun spesifik, nitrogen pada dosis yang tepat maka pertumbuhan daun akan optimal. Jumlah daun ialah suatu cerminan dari potensi tanaman dalam menyediakan tempat berlangsungnya proses fotosintesis. Tanaman yang tumbuh pada tempat yang lebih terlindung mempunyai titik kompensasi hasil asimilasi yang lebih rendah dibandingkan dengan tanaman yang tumbuh pada tempat yang lebih banyak menerima cahaya matahari sesuai dengan pandangan Levitt (1980).

Laju penimbunan bahan kering suatu tanaman menggambarkan besarnya potensi tanaman untuk tumbuh dan berproduksi dengan baik seperti telah diuraikan oleh Williams dan Joseph (1976) serta Evans (1974). Nilai hasil bersih asimilasi/Net Assimilation Rate (NAR) bagi tanaman dapat digunakan untuk mengevaluasi tingkat efisiensi daun dalam berfotosintesis. Efisiensi konversi energi (EKE) menunjukkan pengaruh nyata pada faktor tunggal nitrogen. Pengaruh yang ditunjukkan dengan penggunaan nitrogen

membentuk pola kuadrat dengan dosis optimal sekitar 100 kg ha^{-1} . Berarti pada dosis tersebut, tanaman lebih efisien dalam memanfaatkan energi matahari yang diterima. Efisiensi konversi energi (EKE) pada tanaman dipengaruhi oleh intensitas radiasi matahari dan suhu.

Pengukuran saat muncul bunga pada tanaman kapulaga yang ditanam di bawah kanopi/tegakan sengon berbeda dengan perlakuan dosis pemupukan nitrogen dan fosfor berbeda, berpengaruh pada saat munculnya bunga. Tanaman yang ditanam di bawah kanopi/tegakan sengon umur 3 tahun berbunga lebih lambat ($p=0.05$) yaitu 46.79 minggu setelah tanam dibandingkan dengan yang ditanam di bawah kanopi sengon umur 6 tahun yang berbunga pada umur 44.44 minggu setelah tanam. Hal ini berkaitan dengan pertumbuhan vegetatif tanaman yang lebih bagus pada tanaman yang ditanam di bawah tempat yang lebih ternaungi. Pada tanaman kapulaga dengan hasil utamanya berupa bunga, berarti tanaman kapulaga untuk dapat tumbuh dan berproduksi baik serta lebih menguntungkan maka apabila di tanam pada tempat dengan tingkat naungan sekitar 70%, hasil kapulaganya akan lebih banyak. Tanaman kapulaga akan berbunga lebih cepat ($p=0.01$) pada umur 35.31 minggu setelah tanam pada dosis 100 kg ha^{-1} nitrogen. Nitrogen dibutuhkan tanaman untuk pertumbuhan vegetatif tanaman, dengan jumlah dan saat yang tepat sesuai kebutuhan tanaman akan menghasilkan pertumbuhan yang optimal. Organ fotosintesis yang dihasilkan oleh tanaman seperti pembentukan daun, tinggi tanaman yang memungkinkan proses fotosintesis berlangsung optimal maka hasil bersih fotosintesisnya juga optimal. Sebaliknya apabila dosis yang diberikan terlalu sedikit atau terlalu banyak dan tidak sesuai dengan kebutuhan tanaman maka pembentukan organ untuk berlangsungnya proses fotosintesis juga tidak optimal. Pada pembentukan daun yang terlalu sedikit sehingga kapasitas daun untuk melakukan fotosintesis sedikit, atau terlalu banyak sehingga terjadi peristiwa saling menaungi (*mutual shading*) antar daun-daun, maka banyak daun negatif yang ada dan ini mengurangi NAR yang dihasilkan. Pembungaan tanaman kapulaga dipengaruhi oleh

pemberian fosfor dan nyata ($p=0.05$) dibandingkan dengan tanpa fosfor. Kombinasi antara pemupukan nitrogen 100 kg ha^{-1} dan fosfor 100 kg ha^{-1} ialah berbunga paling cepat yaitu 22.72 minggu setelah tanam. Pemupukan nitrogen sangat dibutuhkan untuk memperoleh tanaman kapulaga yang dapat tumbuh dan berproduksi dengan baik pada sistem agroforestri kanopi sengon. Dengan penanaman kapulaga pada sistem agroforestri ini disamping diperoleh hasil tambahan juga tanaman pokoknya sendiri tidak terganggu dan bahkan dapat mengurangi biaya penyiangan atau pengendalian gulma karena dalam jangka satu tahun lahan diantara kanopi sengon sudah tertutup rapat oleh tanaman kapulaga. Penanaman kapulaga ini juga dapat meningkatkan bahan organik tanah dari hasil dekomposisi mulsa sisa tanaman kapulaga yang telah gugur (Onwueme, 1978).

Tanaman kapulaga yang ditanam di bawah kanopi sengon dengan kondisi kebutuhan air yang terbatas dan dengan kondisi rata-rata iklim mikro untuk tingkat naungan 35% kelembaban = 67.33%; T udara = $34.92 \text{ }^{\circ}\text{C}$; pH= 5.6; T tanah 31.82°C dan cahaya $245.87 \text{ kkal cm}^{-2} \text{ detik}^{-1}$ serta cahaya bebas di sekitar lahan $338.91 \text{ kkal cm}^{-2} \text{ detik}^{-1}$. tingkat naungan 70 % kelembaban = 84.5%; T udara = $30.8 \text{ }^{\circ}\text{C}$; pH= 5.08; T tanah $29.3 \text{ }^{\circ}\text{C}$ dan cahaya $148.22 \text{ kkal cm}^{-2} \text{ detik}^{-1}$ serta cahaya bebas di sekitar lahan $342.16 \text{ kkal cm}^{-2} \text{ detik}^{-1}$. Pada tanaman yang ditanam dengan kondisi iklim mikro tersebut, hasil bersih asimilasi (NAR), luas daun spesifik (SLA) dan efisiensi konversi energi (EKE) sampai dosis nitrogen tertentu akan makin meningkat nilai tersebut, namun setelah mencapai dosis optimal akan terjadi penurunan. Ini akan memberikan hasil sebaliknya terhadap saat muncul bunga pertama yang makin cepat dengan penambahan dosis nitrogen tersebut.

Pertumbuhan dan hasil tanaman kapulaga, di samping dipengaruhi pemberian nitrogen dan fosfor, pola perubahannya juga berhubungan dengan perubahan lingkungan mikro yang ada di lahan pertanaman. Tanaman kapulaga dapat dipakai sebagai tanaman sela dalam sistem agroforestri khususnya sengon sejak lepas dari pesanggem (umur 3 tahun). Diharapkan di samping dapat memberikan keuntungan ekonomi,

tanaman kapulaga tersebut juga dapat menjaga kelestarian lahan mengingat tanaman kapulaga memiliki ukuran daun yang lebar sehingga cepat menutup permukaan tanah. Sebagai akibatnya produksi bahan organiknya akan semakin banyak, dan dengan perakarannya yang tidak dalam maka tidak mengganggu pertumbuhan tanaman pokok. Dengan kondisi lahan yang relatif tertutup disamping dapat sebagai konservasi lahan juga dapat menjamin kehidupan makro/mikro fauna yang ada di dalam tanah (Nair, 1993).

Matriks korelasi antara variabel menunjukkan 90% peubah berkorelasi nyata, ada yang berkorelasi positif maupun negatif, berarti perubahan variabel yang satu akan diikuti oleh perubahan variabel yang lain secara nyata.

KESIMPULAN

Terdapat perbedaan keadaan lingkungan mikro pada umur tegakan sengon yang berbeda, lingkungan dengan naungan lebih tinggi (tanaman sengon umur 6 tahun atau 70 %) menguntungkan bagi pertumbuhan dan hasil kapulaga

Pertumbuhan kapulaga di bawah naungan (35% dan 70%) lebih baik dibanding tanpa naungan sama sekali.

Kombinasi perlakuan naungan 70% atau umur tegakan sengon 6 tahun (intensitas cahaya sekitar $80.57 \text{ kkal cm}^{-2} \text{ detik}^{-1}$), dengan dosis pupuk urea 100 kg ha^{-1} (46 kg N ha^{-1}) dan pupuk TSP 200 kg ha^{-1} ($48 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$) menunjukkan pengaruh terbaik bagi pertumbuhan dan hasil tanaman kapulaga.

DAFTAR PUSTAKA

- Evans, GC. 1974. The Quantitative Analysis of Plant Growth. Blackwell Sci. Publ. Australia, p. 1505 -1511.
- Foyer, C.H. 1996. Source-Sink interaction and communication in leaves. *In*. Schaffer. Photoassimilate Distribution in Plants and Crops. Source-Sink Relationships. Dept. of Veg. Crops. Volcani Center, Agric. Res. Organization Ministry of Agric. State of Israel Bet Dagan, Israel. P. 311-421.

- Gardner, F.P., R.B. Pierce dan R.L. Mitchell. 1985. Fisiologi tanaman budidaya. Terjemahan oleh H. Susilo (1991). UI Press. Jakarta. pp. 425.
- Kramer, P.J. and T.T. Kozlowski. 1979. Physiology of woody plants. Acad. Press. N.Y. pp. 811.
- Levitt, J. 1980. Respons of Plants to environmentas stresses. Dept. of Plant Biology. Camergie Inst. of Washington Stanford. Ca. Vol II. Acad. Press. N. Y. p. 25-507.
- Nair, P.K.R. 1993. An introduction to agroforestry. Kluwer. Acad. Publ, Boston. p. 45-158.
- Onwueme, I.C. 1978. The Tropical Tuber crop. John Wilwy & Sons, Chichester. pp. 275.
- Rosenthal, W.D. and T.J. Gerik. 1996. Radiation use efficiency among cotton cultivars. Agron. J.83:655-658.
- Williams, C.N. and K.T. Joseph. 1976. Climate, soil and crop production in the humid tropics. Oxford Univ. Press. London