

Pengaruh Intensitas Cahaya terhadap Produksi Hijauan dan Benih Kalopo (*Calopogonium mucunoides*)

ACHMAD FANINDI¹, B.R. PRAWIRADIPUTRA¹ dan L. ABDULLAH²

¹Balai Penelitian Ternak, PO Box 221 Bogor

²Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor

(Diterima dewan redaksi 28 Juli 2010)

ABSTRACT

FANINDI, A., B.R. PRAWIRADIPUTRA and L. ABDULLAH. 2010. Effect of light intensity on forages and seed production of Kalopo (*Calopogonium mucunoides*). *JITV* 15(3): 205-214.

Kalopo (*Calopogonium mucunoides*) was used as cover crops in plantation. Beside that, kalopo can be used as forage, especially in dry season. The aim of this study was to evaluate the effect of light intensity on forage and seed production. Research was conducted at Research Institute for Animal Production, Ciawi Bogor and Laboratory of Agrostology Faculty of Animal Husbandry, Bogor Agricultural University, for 16 months. Four levels of light intensity, namely: 100%, 80%, 60% and 40% were applied, leguminous species of kalopo (*Calopogonium mucunoides*), was used. The block randomized design with 3 replications was applied in this research. Data from were analyzed by ANOVA and Duncan's Multiple Range Test. Forage production was evaluated within one year. The forage quality and digestibility (invitro) were investigated. Seed production was accumulated as seasonal seed production during one year. The results showed that light intensity affected ($P < 0.05$) forage and seed production, chlorophyll and total chlorophyll of kalopo, but did not affect ($P > 0.05$) quality and digestibility of kalopo. The highest forage and seed production of kalopo were obtained from treatment of full light intensity (100%), and seed production of kalopo was affected ($P < 0.05$) by light intensity. The seed quality of kalopo was affected by light intensity. The best seed quality of kalopo was achieved from 80% light intensity. The result shows that plots with light intensity of 100% was the best light intensity for forage and seed production of kalopo. Kalopo could grow well under plant in the plots up to 80% light intensity.

Key Words: Light Intensity, Forage, Seed, Kalopo

ABSTRAK

FANINDI, A., B.R. PRAWIRADIPUTRA dan L. ABDULLAH. 2010. Pengaruh intensitas cahaya terhadap produksi hijauan dan benih kalopo (*Calopogonium mucunoides*). *JITV* 15(3): 205-214.

Kalopo (*Calopogonium mucunoides*) merupakan tanaman penutup tanah yang banyak di gunakan diperkebunan. Selain sebagai tanaman penutup tanah, kalopo dapat dijadikan sebagai sumber hijauan pakan ternak, terutama pada musim kemarau. Karena penanamannya banyak dilakukan di perkebunan, maka intensitas matahari menjadi faktor pembatas, sehingga perlu diteliti pengaruh intensitas cahaya terhadap produksi hijauan dan benih kalopo. Penelitian dilakukan di Balai penelitian Ternak stasiun percobaan Kaum Pandak, Bogor dan Laboratorium Agrostologi Fakultas Peternakan IPB selama 16 bulan. Empat level intensitas cahaya relatif yang terdiri dari 100, 80, 60 dan 40% digunakan dalam penelitian ini. Spesies leguminosa yang diteliti adalah Kalopo (*Calopogonium mucunoides*), menggunakan rancangan acak kelompok dengan 3 ulangan. Data dari masing-masing tanaman dianalisa menggunakan ANOVA, dengan uji perbedaan Duncan. Produksi hijauan dihitung selama 1 tahun produksi, dan di akhir penelitian kualitas dan pencernaan hijauan dianalisa secara invitro. Produksi biji dihitung berdasarkan akumulasi produksi biji selama musim berbiologi selama satu tahun. Hasil penelitian menunjukkan bahwa intensitas cahaya berpengaruh ($P < 0,05$) terhadap produksi hijauan, produksi biji, kandungan klorofil dan total klorofil kalopo, tetapi tidak berpengaruh terhadap kualitas dan pencernaan hijauan kalopo. Produksi tertinggi hijauan dan benih kalopo didapat pada intensitas cahaya penuh (100%). Kualitas biji terbaik diperoleh pada intensitas cahaya 80%. Hasil ini menunjukkan bahwa plot dengan intensitas cahaya penuh merupakan plot terbaik untuk produksi hijauan dan biji kalopo. Namun demikian kalopo dapat tumbuh baik pada plot sampai intensitas cahaya 80%.

Kata Kunci: Intensitas Cahaya, Hijauan, Biji, Kalopo

PENDAHULUAN

Potensi hijauan pakan di Indonesia belum bisa digambarkan secara akurat, karena seringkali terjadi perubahan tataguna lahan sehingga sulit untuk diprediksi. Produksi hijauan pakan tertinggi biasanya

diperoleh pada awal musim kemarau dan tertendah pada awal musim hujan. Kebutuhan hijauan pakan untuk ruminansia pada tahun 2006 (BPS 2006) meningkat sekitar 20 juta ton dibandingkan dengan tahun sebelumnya. Kebutuhan tersebut sebagian besar disuplai dari rumput lokal yang dapat mencapai 60 –

80% dan sisanya diperoleh dari hijauan budidaya. Berdasarkan perhitungan kebutuhan lahan untuk menyediakan hijauan pakan sebanyak itu maka diperlukan lahan seluas 1,6 juta ha lahan produksi rumput lokal dan 0,1 juta ha lahan kebun rumput budidaya yang memproduksi sepanjang tahun. Kondisi tersebut dapat dicapai apabila terdapat sistem integrasi dengan sektor tanaman pangan, kehutanan dan perkebunan (ABDULLAH *et al.*, 2005).

Integrasi tanaman pakan dengan tanaman perkebunan bisa dikembangkan, selama ruang kosong antar tanaman belum sepenuhnya dimanfaatkan untuk produksi tanaman utama. Peluang ini terutama pada awal pertumbuhan. Tanaman penutup tanah sekaligus tanaman pakan seperti puero (*Pueraria phaseoloides*), kalopo (*Calopogonium mucunoides*), sentro (*Centrosema* sp.), *Mucuna* sp. dapat menjaga tanaman perkebunan dari erosi atau organisme penyakit tanaman dan gulma.

Tantangan yang dihadapi dalam memenuhi ketersediaan tanaman pakan penutup tanah adalah kurang tersedianya benih tanaman sebagai akibat belum banyaknya pengusaha produksi benih, sehingga pemenuhannya harus di impor. Selain itu teknologi benih untuk tanaman pakan pun belum mendapat perhatian. Benih yang bermutu tinggi, kondisi lingkungan yang kondusif dan sarana teknologi yang mendukung merupakan syarat untuk memperoleh tanaman pakan ternak yang baik. Upaya pemanfaatan lahan perkebunan untuk menghasilkan benih tanaman pakan perlu dikaji lebih jauh. Hal ini terkait banyak faktor ekosistem yang berpengaruh terhadap morfofisiologi tanaman pakan dan salah satunya adalah terbatasnya intensitas cahaya.

Penelitian ini mengkaji pengaruh cahaya terhadap produksi benih dan produksi hijauan *Calopogonium mucunoides*. Diharapkan pada penelitian ini akan diperoleh informasi tanaman pakan yang tidak hanya toleran terhadap naungan tapi juga bisa memproduksi benih dengan baik.

MATERI DAN METODE

Tempat dan waktu penelitian

Penelitian dilakukan di kebun penelitian Balitnak (Balai Penelitian Ternak) Kaum Pandak, Bogor, selama dua musim tanam, yaitu pada musim hujan dan musim kemarau. Lokasi penelitian memiliki ketinggian 250 dpl dengan kondisi lahan datar, beriklim basah dengan rata-rata curah hujan 2250 mm/tahun, dimana curah hujan terendah pada saat penelitian terjadi pada Bulan Juli dan tertinggi pada bulan Februari. Iklim lokasi penelitian menunjukkan rata-rata suhu selama penelitian adalah 25,1 – 26,0°C dengan kelembaban 70 – 85°C. Jenis tanah lahan penelitian adalah tanah Latosol, dengan

tekstur berpasir (61,5%) dan liat (32,75%), pH tanah berkisar antara 4,5 – 5,2, C/N rasio 10 dan KTK (kapasitas tukar kation) 19,00.

Analisis kualitas benih dilakukan di Laboratorium Agrostologi Balitnak dan Laboratorium Agrostologi IPB.

Desain penelitian

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok dengan perlakuan intensitas cahaya 4 level dengan 3 ulangan. Perlakuan intensitas cahaya yang dihitung berdasarkan formula Monsi dan Saeki (SIRAIT, 2005), yaitu:

1. Intensitas cahaya 40% relatif terhadap intensitas cahaya penuh
2. Intensitas cahaya 60% relatif terhadap intensitas cahaya penuh
3. Intensitas cahaya 80% relatif terhadap intensitas cahaya penuh
4. Intensitas cahaya 100% relatif terhadap intensitas cahaya penuh

Spesies yang digunakan adalah kalopo (*Calopogonium mucunoides*). Hasil koleksi plasma nutfah di Balitnak. Bibit yang digunakan berupa stek, masing-masing sepanjang 20 cm. Pengolahan diolah dengan menggunakan analisis keragaman (ANOVA), bila terdapat perbedaan yang nyata maka dilakukan uji lanjut Duncan (GOMEZ dan GOMEZ, 1984).

Parameter yang diamati adalah tolok ukur pertumbuhan parameter yang diamati adalah:

- a. Tolak ukur pertumbuhan terdiri dari: tinggi kanopi (cm), kandungan nitrogen dan fosfor tajuk tanaman, kandungan klorofil, anthosianin, pencernaan bahan kering dan organik tajuk tanaman
- b. Tolak ukur produksi diketahui dengan mengamati parameter sebagai berikut: Bobot segar batang dan daun tanaman, bobot kering tanaman (batang dan daun), jumlah rata-rata polong per tanaman, jumlah polong bernas, jumlah rata-rata biji per polong, Bobot rata-rata polong per tanaman, bobot rata-rata biji dan bobot 100 benih
- c. Tolak ukur mutu benih yang dihasilkan parameter yang dihitung adalah Daya Berkecambah (DB), Kecepatan Tumbuh (KCT) dan Indeks Vigor

Prosedur penelitian

Intensitas cahaya ditentukan dengan rumus Monsi dan Saeki (SIRAIT 2005) yaitu: Taraf naungan (IC) = (I_1/I_0) . Besarnya intensitas cahaya ini merupakan cahaya relatif terhadap cahaya tanpa naungan. I_1 = Pembacaan radiasi pada solarimeter yang ditempatkan pada perlakuan naungan (N_1) dan I_0 = Pembacaan radiasi pada solarimeter yang ditempatkan pada kondisi tanpa naungan/terbuka. Intensitas cahaya tersebut dinisbahkan

kepada perkebunan kelapa yang terbagi pada tiga umur tanam yaitu 0 – 5 tahun dengan Intensitas cahaya (IC) 100 – 60%, 6 – 15 tahun IC 60 – 80% dan > 15 tahun IC 60 – 40%, dengan lama intensitas cahaya pada perkebunan kelapa adalah antara 5 – 7 jam. Naungan dibuat menggunakan paranet dan bambu. Pengukuran cahaya dilakukan pada jam 9.00 sampai jam 15.00 (6 jam).

Sebelum ditanam, dilakukan pembersihan lahan dari gulma. Hal ini dimaksudkan agar tidak ada pengaruh tanaman sebelumnya terhadap tanaman yang akan diamati, kemudian dilakukan pembajakan dan pengemburan. Plot dibuat dengan ukuran masing-masing 5 m x 5 m, yang dibatasi dengan parit untuk mengalirkan air.

Pemupukan menggunakan dosis pupuk N 100 kg/ha, P 150 kg/ha, K 100 kg/ha, Ca 5000 kg/ha, dan S 10 kg ha⁻¹. Pupuk yang diberikan adalah unsur hara N berasal dari urea dengan kandungan N 46%, sedangkan P berasal dari TSP dengan kadar P 45% dan K berasal dari KCl dengan kandungan K 50%. Sementara itu, Ca berasal dari kapur pertanian dan S dari sulfur pertanian.

Kalopo ditanam menggunakan stek, yang sebelumnya dilakukan terlebih dahulu penyemaian pada polybag. Setelah tumbuh baik, dipindah ke plot tanam. Jarak tanam yang digunakan adalah 1 m x 1 m. Jadi pada setiap plot terdapat 25 tanaman. Pada umur 8 minggu setelah tanam dilakukan perataan (*trimming*), kemudian naungan berupa paranet dan bambu dipasang pada setiap plot sesuai dengan tingkatan naungan yang dikehendaki yaitu intensitas cahaya 40, 60, 80 dan 100%, dengan tinggi naungan setiap plot 2,5 m.

Pemeliharaan meliputi penyiraman dan penyulaman. Panen biji dilakukan ketika sebagian besar benih (> 90%) sudah terlihat matang. Produksi hijauan diambil 3 bulan sekali menggunakan metode ubinan dengan ukuran 9 m². Ubinan dibuat secara diagonal pada setiap plot, sedangkan produksi biji dipanen pada saat tanaman mulai berbiji masak, yaitu saat polong biji berwarna coklat. Pemanenan biji tidak dilakukan sekaligus, namun bertahap, karena masak biji tanaman pakan tidak serentak. Pengambilan benih/biji menggunakan ubinan yang lebih luas yaitu seluas 50% dari luas plot.

Pengujian benih dilakukan di Laboratorium Agrostologi Fapet IPB. Pengujian menggunakan germinator dengan suhu ruang. Media yang digunakan berupa kapas steril yang telah dibasahi dengan air, kemudian diperas sampai airnya tidak menetes. Selanjutnya diamati perkecambahannya selama 14 hari, dimana hitungan pertama jatuh pada hari ketujuh dan hitungan kedua pada hari ke-14. Kecambah dikatakan normal apabila memiliki kelengkapan kecambah dan radikula telah mencapai tinggi 3 mm (ADDISON, 2003).

Pengumpulan dan perhitungan data analisis

Pengumpulan dan perhitungan data analisis terdiri dari pengumpulan data tolok ukur pertumbuhan, tolok ukur produksi dan mutu benih. Untuk pengumpulan data tolok ukur pertumbuhan dilakukan dengan cara:

- Tinggi kanopi, dilakukan dengan mengukur tinggi dari pangkal tanaman sampai permukaan daun,
- Luas penutupan (%) tanaman dengan cara mengukur luasan dalam plot yang tertutupi oleh tanaman
- Kandungan Nitrogen dan Fosfor tajuk tanaman. Kandungan N diukur menggunakan metode Kjeldahl, sedangkan fosfor dianalisa menggunakan AAS (Atomic absorption spektrofotometer)
- Kandungan NDF dan ADF tajuk tanaman
- Kandungan klorofil dan anthosianin, dianalisa menggunakan metode yang dikembangkan oleh SIMS dan GAMON (2002)
- Kecernaan bahan kering dan organik tajuk tanaman, dianalisa secara invitro. Parameter c sampai f dianalisa dari sampel contoh tajuk tanaman perlakuan pada saat panen.

Pengumpulan data tolok ukur produksi dilakukan dengan cara:

- Bobot segar batang dan daun tanaman, dilakukan dengan cara menimbang daun dan batang segar pada saat panen
- Bobot kering tanaman (batang dan daun), dengan menimbang tanaman yang telah dikeringkan dengan oven pada suhu 80 °C selama 2 x 24 jam
- Jumlah rata-rata polong per tanaman, dihitung jumlah polong baik bernas maupun hampa per tanaman,
- Jumlah polong bernas, dilakukan dengan menghitung jumlah polong yang bernas
- Jumlah rata-rata biji per polong, dihitung dengan cara membagi total jumlah biji dengan jumlah polong
- Bobot rata-rata polong per tanaman, dilakukan setelah diambil polongnya kemudian polong ditimbang
- Bobot rata-rata biji, setelah diambil polongnya kemudian bijinya ditimbang dan
- Bobot 100 benih (g), benih diambil sebanyak 100 benih kemudian ditimbang.

Untuk melihat mutu benih yang dihasilkan parameter yang dihitung adalah dengan cara:

- Daya berkecambah (DB). Pada benih leguminosa pengamatan hitungan pertama dilakukan pada hari ke 7 dan hitungan kedua pada hari ke-14. Rumus yang digunakan adalah:

$$DB = \frac{(KN I + KN II)}{JB} \times 100\%$$

DB = Daya Kecambah
 KNI = Kecambah normal I
 KN II = Kecambah normal II
 JB = Jumlah benih

Benih yang digunakan berasal dari biji-biji yang tersimpan selama satu bulan dengan kadar air kurang lebih 60 – 70%

2. Kecepatan tumbuh (KCT)

Pengujian dilakukan dengan mengamati hasil kecambah normal yang muncul setiap hari (interval 24 jam) hingga pengamatan kecambah hitungan terakhir. Kecepatan tumbuh dihitung sebagai berikut:

$$KCT = \sum d$$

3. Indeks vigor

Penilaian ini dilakukan dengan menghitung presentase kecambah normal yang muncul pada pengamatan hitungan pertama.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa tanah lahan penelitian

Hasil analisa tanah setelah diolah pada lokasi penelitian ditunjukkan pada Tabel 1. Hasil analisa menunjukkan bahwa tanah pada lokasi penelitian masih tergolong masam dengan kisaran pH 5,0 – 6,2.

Tanah yang memiliki nilai pH H₂O antara 4,5 – 5,5 tergolong pada tanah masam, sedangkan tanah yang agak masam memiliki nilai antara 5,6 – 6,5. Namun demikian pemupukan dapat menaikkan nilai pH tanah dari rata-rata 5,28 menjadi 5,78. Kemasaman tanah yang masih tinggi ini diduga karena curah hujan di Bogor yang relatif tinggi. SANCHEZ dan SALINAS (1981) melaporkan bahwa tanah masam di dunia tersebar luas di daerah bercurah hujan tinggi, termasuk 40% terdapat di daerah tropis. Lahan-lahan perkebunan, seperti perkebunan kelapa sawit dan karet sebagian

besar merupakan lahan-lahan kering masam. Leguminosa tanaman pakan penutup tanah dapat tumbuh subur pada lahan-lahan perkebunan, sehingga dapat diduga bahwa tanaman ini merupakan tanaman yang toleran terhadap tanah masam.

Nilai N pada lahan penelitian antara rendah sampai sedang yaitu bernilai antara 0,19 – 0,23. Tanah yang memiliki nilai N tanah rendah berkisar antara 0,10 -0,20 dan nilai N sedang antara 0,21 – 0,50. Nilai N tanah yang sedang pada penelitian ini tidak terlalu bermasalah bagi tanaman leguminosa, karena adanya kemampuan leguminosa untuk mengikat N dari udara dengan cara berasosiasi dengan mikroorganisme dalam tanah (*rhizobium* atau mikoriza). Kadar P tersedia menunjukkan nilai yang tinggi sampai sedang. Nilai P yang tinggi sampai sedang pada lokasi penelitian diharapkan dapat membantu untuk proses pembentukan biji pada tanaman. Kandungan P pada tanah penelitian menjadi penting karena leguminosa biasanya lebih responsif terhadap P. Nilai K dan Ca pada lahan penelitian tergolong tinggi, sehingga dapat mencukupi kebutuhan tanaman akan mineral tersebut.

Klorofil Kalopo

Klorofil sebagai salah satu komponen terpenting dalam proses fotosintesis yang mengkonversi cahaya matahari menjadi energi kimia. Kandungan klorofil a, b nisbah a/b, klorofil total dan antosianin kalopo ditunjukkan pada Tabel 2. Klorofil b, nisbah klorofil a/b dan kandungan anthosianin tidak dipengaruhi oleh intensitas cahaya. Kandungan klorofil a dan total klorofil kalopo dipengaruhi (P < 0,05) oleh intensitas cahaya, nilai tertinggi diperoleh pada kalopo dengan intensitas cahaya penuh dan terendah pada intensitas cahaya terendah (40%). Nilai klorofil a dan total klorofil menurun seiring dengan menurunnya intensitas cahaya. Menurunnya kandungan klorofil dengan berkurangnya intensitas cahaya adalah karena tidak terjadinya penerimaan cahaya yang efektif sehingga pembentukan klorofil menjadi rendah dan warna daun menjadi hijau pucat. LEVITT (1980) menyatakan tanaman yang tumbuh pada tempat yang lebih terlindung mempunyai titik kompensasi hasil asimilasi yang lebih rendah dibandingkan dengan tanaman yang

Tabel 1. Hasil analisa tanah lokasi penelitian di Kaum Pandak setelah dilakukan pemupukan

Tanah	pH		Bahan organik		Mineral			
	H ₂ O	KCl	N (%)	P ₂ O ₅ (ppm)	P (me/100g)	K (me/100g)	Ca (me/100g)	S (me/100g)
Plot 40%	5,4	4,4	0,19	20	1,6	203	944	1,1
Plot 60%	5,6	4,6	0,23	13	1,0	221	1079	0,6
Plot 80%	6,2	5,2	0,21	45	2,2	244	1352	0,6

tumbuh pada tempat yang lebih banyak menerima cahaya matahari. Pengurangan klorofil pada tanaman tersebut sejalan dengan pengurangan asimilat fotosintesis, ditunjukkan dengan menurunnya kadar bahan kering (WATANABE *et al.*, 1993). Pada biosintesis klorofil terdapat dua tahapan kunci yang memerlukan kehadiran cahaya. Selanjutnya dikatakan bahwa biosintesis diawali dari suksinil koenzim a asam amino glisin, kemudian melalui rangkaian proses reaksi yang kompleks sehingga akan terbentuk asam amino yang memerlukan cahaya. Reaksi lain yang memerlukan cahaya adalah perubahan protoklorofilida menjadi klorofil a.

PEARCE *et al.* (1987) menyebutkan tingkat naungan berhubungan dengan indeks luas daun (ILD) dan luas daun (LD) dan distribusi daun dalam kanopi tanaman, sedangkan kedua komponen tersebut merupakan faktor utama yang menentukan intersepsi cahaya yang berpengaruh terhadap proses fotosintesis, transpirasi dan akumulasi bahan kering. Selain itu bila cahaya dibawah optimum menyebabkan jumlah cabang juga turun yang berakibat pada karakteristik daun antara lain indeks luas daun selain berat daun spesifik atau luas daun spesifik, meskipun seringkali pada beberapa tanaman menunjukkan respon yang tidak konsisten (KAPPEL dan FLORE, 1983). Sifat daun tersebut menentukan absorpsi cahaya oleh daun yang dilakukan oleh klorofil sehingga adaptasi tanaman terhadap radiasi rendah juga tercermin pada kadar total klorofil daun (PETTIGREW *et al.*, 1989)

Tanaman bawang merah varietas Palu umur 5 minggu pada perlakuan tanpa naungan menunjukkan kandungan klorofil sebesar 428,89, namun apabila naungan ditingkatkan sebesar 30%, maka kandungan klorofil daun meningkat menjadi 444,42 µg/g daun atau terjadi peningkatan sebesar 3,6%. Kandungan klorofil ini akan menurun lagi apabila naungan ditingkatkan menjadi 60%, yaitu menjadi 394,89 µg/g daun (11.2%). Data tersebut menggambarkan bahwa apabila tanaman bawang merah mendapat radiasi penuh akan mengalami penurunan jumlah kandungan klorofil daun

dibandingkan dengan tanaman yang mendapat naungan 30%, sedangkan jika naungan ditingkatkan sebesar 60%, maka kandungan klorofil menjadi menurun. Hal ini dikarenakan pada naungan 30% tanaman memiliki indeks luas daun tertinggi juga dibandingkan dengan perlakuan lainnya.

Produksi hijauan Kalopo

Rataan produksi panen hijauan kalopo selama satu tahun disajikan pada Tabel 3. Produksi segar (BS) dan kering (BK) tanaman dipengaruhi oleh intensitas cahaya ($P < 0,05$). Produksi bobot segar berkisar antara 2160 – 5812 g plot¹ atau setara dengan 2.4 – 6.4 ton ha⁻¹ tahun⁻¹. Produksi kering berkisar antara 610 – 1298 g plot¹ setara dengan 670 – 1442 kg ha⁻¹ tahun⁻¹. Produksi hijauan tertinggi diperoleh pada perlakuan kalopo dengan intensitas sedikitnya 80%, sedangkan terendah dicapai pada kalopo yang mendapat intensitas cahaya paling rendah. Produksi hijauan menurun seiring menurunnya intensitas cahaya relatif yang diperoleh oleh kalopo. Persentase penurunan produksi hijauan segar pada intensitas cahaya relatif 80, 60 dan 40% jika dibandingkan dengan intensitas cahaya penuh adalah 34, 43 dan 63%, sedangkan penurunan produksi hijauan bobot kering berturut turut adalah 29, 35 dan 53%.

Penurunan produksi hijauan ini, disebabkan peranan cahaya dalam metabolisme tanaman terhambat, sehingga dapat menurunkan biomassa hijauan. Menurunnya produksi juga diakibatkan oleh intensitas cahaya yang diterima tanaman rendah sehingga jumlah cahaya yang diterima oleh setiap luasan permukaan daun dalam waktu tertentu rendah (GARDNER *et al.*, 1985). Hal ini mengakibatkan terganggunya fotosintesis, sehingga menyebabkan menurunnya laju metabolisme dan sintesis karbohidrat (SOPANDIE *et al.*, 2003).

Penurunan juga dapat dilihat dengan menurunnya nilai klorofil a dan b maupun total klorofil tanaman kalopo (Tabel 3). Hal ini menunjukkan bahwa kalopo kurang bisa beradaptasi dengan intensitas cahaya rendah. SANTOSO (2000) melaporkan bahwa tanaman

Tabel 2. Kandungan klorofil Kalopo pada berbagai intensitas cahaya yang berbeda

Parameter	Intensitas cahaya relatif (%)				Rataan
	100	80	60	40	
Klorofil a (µmol/100 cm ²)	2,77 ^a	2,49 ^{ab}	2,38 ^{ab}	2,04 ^b	2,42
Klorofil b (µmol/100 cm ²)	1,25	1,09	1,15	0,98	1,12
Klorofil a/b (µmol/100 cm ²)	2,22	2,29	2,08	2,08	2,17
Klorofil total (µmol/100 cm ²)	4,02 ^a	3,58 ^{ab}	3,53 ^{ab}	3,01 ^b	3,54
Anthosianin (µmol/100 cm ²)	0,77	0,55	0,59	0,49	0,60

Huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$)

melakukan proses penghindaran terhadap kondisi yang kurang menunjang, seperti kurangnya intensitas cahaya rendah. Salah satu cara yang dilakukan tanaman adalah meningkatkan kandungan klorofil a dan b, terutama pada klorofil b serta mempertahankan rasio klorofil a/b tetap tinggi pada intensitas cahaya rendah. Kemampuan ini tidak dimiliki oleh kalopo pada penelitian yang dilakukan, sehingga menyebabkan penurunan pada bobot keringnya.

Penurunan produksi hijauan kalopo dengan bertambahnya naungan dilaporkan oleh SIRAIT (2005) bahwa produksi segar kalopo pada naungan 0% lebih tinggi jika dibandingkan dengan naungan 55% dan 75%. Adapun hasil penelitian pada kalopo dengan naungan lebih dari 60% sejalan dengan ADDISON (2003). Produksi biomasa tanpa naungan lebih tinggi jika dibandingkan tanaman yang mendapat naungan 63, 76 dan 84%, yaitu secara berturut-turut 52,2; 36,3; 17,0 dan 15,5 g/pot.

Luas penutupan tanah (LP) oleh kalopo sangat nyata ($P < 0,01$) dipengaruhi oleh intensitas cahaya, kalopo yang diberi intensitas cahaya penuh dan intensitas cahaya 80% memiliki areal penutupan yang lebih luas jika dibandingkan dengan areal penutupan pada intensitas cahaya 60 dan 40%. Luas penutupan yang tinggi pada intensitas cahaya penuh dikarenakan cahaya yang diperlukan oleh kalopo untuk pertumbuhannya

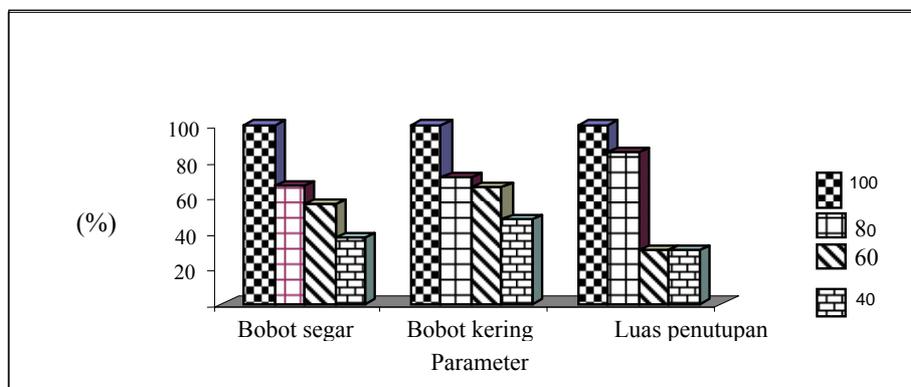
terpenuhi secara optimal, walaupun pada intensitas cahaya 80% terjadi penurunan luas penutupan tanah, namun tidak menunjukkan perbedaan. Hal ini menunjukkan bahwa sampai intensitas cahaya 80%, cahaya yang diterima oleh kalopo masih optimal untuk pertumbuhannya. Luas penutupan tanah yang menurun pada intensitas cahaya 60 dan 40% diduga karena berkurangnya cahaya yang diterima. Peranan cahaya matahari bagi tanaman terlihat jelas dalam proses fotosintesis. Cahaya matahari akan ditangkap klorofil untuk menghasilkan bahan baku bagi pertumbuhan antara lain pada proses pembentukan bunga, perkecambahan biji dan fototropisme (PRAWIRANATA *et al.*, 1981). Apabila lingkungan subur, air tersedia dan suhu sesuai maka cahaya matahari merupakan faktor pembatas pertumbuhan dan hasil tanaman, karena terdapat hubungan antara radiasi dan hasil fotosintesis bersih.

Tinggi tanaman kalopo tidak dipengaruhi oleh intensitas cahaya, walaupun pada intensitas cahaya rendah tinggi kalopo lebih tinggi jika dibandingkan dengan cahaya penuh. Pengaruh intensitas cahaya pada tinggi tanaman dilaporkan berbeda antar peneliti (ADDISON 2003). SIRAIT (2005) melaporkan tidak terjadi perbedaan tinggi kalopo yang ditanam pada naungan 0,55 dan 75% di ketinggian tempat yang berbeda.

Tabel 3. Rataan panen produksi hijauan Kalopo per plot (9 m²)

Parameter	Intensitas cahaya relatif (%)			
	100	80	60	40
Bobot segar (g)	5812 ^a	3852 ^{ab}	3315 ^b	2160 ^b
Bobot kering (g)	1298 ^a	925 ^b	845 ^b	610 ^c
Tinggi tanaman (cm)	18	21	18	19
Luas penutupan (%)	61 ^a	52 ^a	18 ^b	18 ^b

Huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$)



Gambar 1. Prosentase produksi hijauan dan luas penutupan tanah Kalopo dibandingkan dengan intensitas cahaya penuh.

Kualitas hijauan kalopo

Kualitas hijauan ditunjukkan dengan kandungan nutrisi yang terdapat dalam hijauan tersebut yang dapat dimanfaatkan oleh ternak. Kualitas hijauan kalopo ditunjukkan pada Tabel 4. Nilai nitrogen (N) tajuk tidak menunjukkan perbedaan antar intensitas cahaya. Penelitian tentang naungan pada kedelai dilaporkan oleh SUNARLIM (1985), bahwa naungan menaikkan kandungan klorofil daun dan bobot 100 biji, penurunan jumlah polong dan produksi biji/tanaman. Penelitian ini menunjukkan bahwa naungan tidak berpengaruh terhadap kadar N dan bobot spesifik. JUFRI (2006) melaporkan bahwa naungan tidak berpengaruh terhadap N total daun pada varietas Ceneng. Naungan menyebabkan kandungan N total daun pada Ceneng dan Gadek menurun walaupun tidak nyata.

Nilai P tajuk kalopo tidak dipengaruhi oleh intensitas cahaya. Tidak berbedanya kandungan P antar intensitas cahaya, dikarenakan pengaruh naungan terhadap kandungan P tajuk kurang didefinisikan secara jelas dibandingkan nitrogen. Hal ini dikemukakan oleh CONGDON dan ADDISON (2003) bahwa hasil penelitian kedua pada leguminosa pakan tropik basah dan kering, hampir semua nilai P tajuk mengalami peningkatan pada naungan dibandingkan tajuk yang tidak ternaungi. Pada tanaman tertentu seperti *Centrosema pubescens*, *Flemingia congesta*, *Desmodium uncatum*, nilai P tajuk akan meningkat dengan adanya naungan. Namun demikian pada tanaman tertentu seperti *Calopogonium mucunoides*, *Desmodium intortum*, *Desmodium heterophyllum*, ditemukan adanya konsentrasi P tajuk yang tinggi pada tanaman yang tidak ternaungi

dibandingkan dengan tanaman yang ternaungi. Sehingga dapat dikatakan adanya pengaruh naungan yang tidak konsisten antar spesies dan tidak dapat dijelaskan secara lengkap hubungan antara kandungan P dengan naungan. NORTON *et al.* (1991) mempelajari kandungan P pada rumput tropis dan disimpulkan bahwa pengaruh naungan terhadap P sangat kecil dan tidak konsisten pada setiap spesies.

Kandungan protein kasar (PK) pada kalopo berkisar antara 11,83 – 13,79%. kandungan protein pada penelitian ini tidak dipengaruhi oleh intensitas cahaya. Kecernaan bahan kering (KCBK) dan Kecernaan bahan organik (KCBO) kalopo tidak berbeda nyata ($P > 0,05$) antar naungan. Nilai ADF dan NDF kalopo juga tidak dipengaruhi oleh intensitas cahaya. Tidak berbedanya nilai ADF dan NDF pada setiap intensitas cahaya yang diberikan menunjukkan bahwa nilai kecernaan dan konsumsi kalopo oleh ternak memiliki nilai yang sama antara tanaman pada tiap intensitas cahaya. Nilai ADF dan NDF digunakan dalam menyusun ransum sebagai indikator nilai kecernaan dan konsumsi suatu bahan pakan.

Produksi biji Kalopo

Produksi komponen buah kalopo kering panen (kadar air 60 – 70%) disajikan pada Tabel 5. Intensitas cahaya berpengaruh nyata terhadap bobot polong, bobot biji, bobot brangkas, jumlah polong dan jumlah biji kalopo. Bobot terberat dicapai pada intensitas cahaya penuh, dan teringan pada intensitas terendah yaitu 40%. Hal ini diduga karena hasil fotosintesis oleh tanaman sebagian dipergunakan untuk membentuk bagian

Tabel 4. Kualitas hijauan Kalopo (*Calopogonium mucunoides*) per plot pada intensitas cahaya yang berbeda

Parameter	Intensitas cahaya relatif (%)				Rataan
	100	80	60	40	
N	1,89	2,21	2,11	2,18	2,10
P	0,16	0,18	0,15	0,17	0,16
PK	11,83	13,79	13,19	13,65	13,11
KCBK	58,40	57,81	56,37	56,27	57,21
KCBO	53,97	51,93	50,95	49,21	51,52
ADF	44,29	48,93	41,14	39,17	43,38
NDF	64,89	65,79	69,08	68,16	66,98

Huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$)

N = Nitrogen

P = Fosfor

PK = Protein kasar

KCBK = Kecernaan Bahan Kering

KCBO = Kecernaan Bahan Organik

ADF = Acid Detergent Fiber

NDF = Neutral Detergent Fiber

Tabel 5. Produksi biji kalopo per plot pada intensitas cahaya yang berbeda

Parameter	Intensitas cahaya relatif (%)				Rataan
	100	80	60	40	
Bobot polong (g)	1179,07 ^a	414,62 ^b	473,42 ^b	288,27 ^b	588,85
Bobot biji (g)	564,48 ^a	209,69 ^b	209,41 ^b	151,20 ^b	283,70
Bobot brangkas (g)	614,60 ^a	204,92 ^b	264,01 ^b	137,07 ^b	30515
Bobot 100 (g)	1,42	1,31	1,28	1,03	1,26
Jumlah polong	8988,33 ^a	3562,33 ^b	3226,00 ^b	2334,00 ^b	4527,67
Jumlah biji	35571,67 ^a	13498,00 ^b	13432,33 ^b	984,00 ^b	15871,50
Biji/polong	4,66	4,62	4,59	4,06	4,48
Polong hapa (%)	9,55	10,93	13,56	12,10	11,54
Polong bernas (%)	90,49	89,07	86,44	87,90	88,48

Huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$)

vegetatif yang dinyatakan dalam biomassa tanaman. Kalopo menunjukkan penurunan biomassa seiring dengan peningkatan naungan. Menurunnya biomassa menyebabkan terjadinya penurunan pada hasil biji, penurunan ini seiring dengan peningkatan naungan atau hasil meningkat seiring dengan peningkatan PAR. (PURNOMO, 2005).

Penurunan produksi biji pada tanaman akibat naungan dilaporkan oleh beberapa peneliti. ADDISON (2003) mengungkapkan terjadi penurunan hasil biji sembilan spesies leguminosa pada naungan 63 – 84% dibandingkan dengan tanpa naungan, naungan lebih mempengaruhi produksi biji dibandingkan dengan jenis spesies leguminosae yang diteliti. Produksi biji padi yang rendah akibat naungan juga dilaporkan oleh SOPANDIE *et al.* (2003). Intensitas cahaya rendah juga menurunkan hasil kedelai dan padi gogo (ASADI *et al.*, 1997, SUPRIYONO *et al.*, 2000). DE OLIVERA dan HUMPYERS (1986) menemukan bahwa naungan menurunkan produksi biji rumput *Panicum maximum* cv Gattton dan sedikit mengurangi berat 100 biji. Produksi biji juga berkurang pada *Trifolium subterraneum* yang tumbuh di bawah naungan 30 dan 50%.

Penurunan produksi biji, akibat rendahnya intensitas cahaya pada kalopo diduga karena perkembangan biji terganggu, disebabkan karbohidrat (gula dan pati) yang dihasilkan rendah dan N terlarut meningkat sehingga banyak bakal biji menjadi steril.

Jumlah biji per polong, bobot 100 butir, presentase polong hapa dan bernas kalopo, tidak dipengaruhi oleh intensitas cahaya. Walaupun tidak berbeda, ada kecenderungan semakin berkurang intensitas cahaya maka nilainya semakin menurun.

Daya kecambah biji kalopo

Daya kecambah biji kalopo disajikan pada Tabel 6. Uji kecambah dilakukan 2 kali yaitu: pada panen biji ke-3 dan ke-4, karena pada panen ini, ke tiga jenis tanaman (kalopo, puero dan siratro) telah berbiji. Intensitas cahaya berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap daya kecambah kalopo, baik pada panen biji ke 3 dan ke-4. Daya kecambah tertinggi pada panen biji ke-3 dicapai oleh intensitas cahaya 80%. Sementara itu, terendah pada intensitas cahaya 40%. Daya kecambah biji kalopo berkisar antara 38,00 – 71,33%. Daya kecambah ini masih rendah jika dibandingkan dengan keharusan biji suatu tanaman menjadi benih, yaitu harus mempunyai daya kecambah di atas 80%. Rendahnya daya kecambah ini diakibatkan sebagian besar biji tanaman pakan berukuran kecil dan masih dorman, sehingga biasanya susah untuk berkecambah pada kondisi lapang.

Daya kecambah pada panen ke-3 dan 4 menunjukkan hasil daya kecambah yang berbeda. Indeks vigor kalopo pada panen biji ke-4 lebih tinggi jika dibandingkan dengan indeks vigor panen ke-3. Hal ini diduga karena biji kalopo dorman, apabila disimpan agak lama maka daya kecambahnya akan meningkat. Daya kecambah pada pengambilan ketiga meningkat pada intensitas cahaya 80%, kemudian menurun kembali pada intensitas cahaya 60 dan 40%. Sementara itu pada panen keempat daya kecambah meningkat sampai intensitas cahaya 60% dan menurun pada intensitas cahaya 40%. ADDISON (2003) melaporkan terjadi peningkatan daya kecambah pada biji 8 spesies leguminosa seperti *M. atropurpureum*, *C. Pascuorum*, *Desmanthus virgatus* yang ditanam pada naungan

Table 6. Daya kecambah, kecepatan tumbuh relatif biji Kalopo pada panen biji ke-3 dan 4

Parameter	Intensitas Cahaya relatif			
	100	80	60	40
Panen ke-3				
Daya kecambah (%)	61,33 ^{ab}	71,33 ^a	46,67 ^{bc}	38,00 ^c
KCT (%)	10,21 ^{ab}	12,18 ^a	4,68 ^c	7,95 ^b
Indeks vigor (%)	30,67 ^{ab}	35,33 ^a	20,00 ^e	25,33 ^{bc}
Panen ke-4				
Daya kecambah (%)	83,33 ^a	86,67 ^a	87,00 ^a	76,00 ^b
KCT (%)	10,71 ^{ab}	11,62 ^a	5,43 ^c	6,96 ^{bc}
Indeks vigor (%)	18,00 ^a	19,33 ^a	5,00 ^b	18,00 ^a

Huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$) KCT (kecepatan tumbuh)

dibandingkan dengan tanpa naungan.

Kecepatan tumbuh atau indeks kecambah kalopo dan indeks vigor dipengaruhi oleh intensitas cahaya ($P < 0,05$), kecepatan tumbuh tertinggi pada panen ke-3 dan 4 dicapai pada intensitas cahaya 80% dan terendah pada intensitas cahaya 40%. Sementara itu, indeks vigor terendah dicapai pada intensitas cahaya 60%.

KESIMPULAN

Produksi hijauan (*dry matter*) dan benih kalopo tertinggi dicapai pada intensitas cahaya penuh, sampai intensitas cahaya 80%, sedangkan produksi biji kalopo terbaik diperoleh pada kondisi cahaya penuh. Kualitas biji kalopo paling baik diperoleh pada intensitas cahaya penuh sampai intensitas cahaya 80%. Nilai klorofil a dan total klorofil tertinggi dicapai pada intensitas cahaya penuh, dan terendah pada intensitas cahaya paling rendah. Kualitas hijauan kalopo menunjukkan nilai yang sama pada setiap intensitas cahaya yang diberikan.

DAFTAR PUSTAKA

ABDULLAH, L., P.D.M.H. KARTI dan S. HARDJOSEWIGNJO. 2005. Reposisi Tanaman Pakan dalam Kurikulum Fakultas Peternakan. Pros. Lokakarya Nasional Tanaman Pakan Ternak; Bogor, 16 September 2005. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan. Bogor. hlm. 11–17.

ADDISON, H.J. 2003. Shade Tolerance of Tropical Forage Leguminosae for Use in Agroforestry Systems. *Thesis*. School of Tropical Biology James Cook University.

ASADI, D., M. ARSYAD, H. ZAHARA dan DARMIJATI. 1997. Pemuliaan kedelai untuk toleran naungan dan tumpang Sari. *Bul. Agrobio*. 1: 15–20.

BIRO PUSAT STATISTIK. 2006. Statistik Indonesia. Biro Pusat Statistik. Jakarta.

CONGDON, B. and H. ADDISON. 2003. Optimising nutrition for productive and sustainable farm forestry system. Pasture leguminosae under shade. A report. Kingston: Rural Industries Research and Development Cooperation, RIRDC.

DE OLIVEIRA, P.R.P. and L.R. HUMPHREYS. 1986. Influence of level and timing of shading on seed production in *Panicum maximum* cv gaton. *Aust. J. Agri. Res.* 37: 417–424.

GARDNER, F.P., R.B. PEARC dan R.L. MITCHELL. 1985. Fisiologi Tanaman Budidaya. (terjemahan HERWATI dan SUBIYANTO). U.I. Press. Jakarta, pp. 205–176.

GOMEZ, K.A. and A.A. GOMEZ. 1984. Statistical Procedures for Agricultural Research. 2nd Edition. A Wiley – Interscience publication, John and Sons. Singapore.

JUFRI, A. 2006. Mekanisme Adaptasi Kedelai (*Glycine max* (L) Merrill) terhadap Cekaman Intensitas Cahaya Rendah. *Disertasi*. Program Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

KAPPEL, F. and J.A. FLORE. 1983. Effect of shade on photosynthesis, specific leaf weight, leaf chlorophyll content, and morphology of young peach trees. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 108: 511–544.

LEVITT, J. 1980. Responses of Plants to Environmental Stresses. Dept. of Plant Biology. Carnegie Inst. of Washington Stanford. Ca. Vol. II. Acad. Press. N.Y. p. 25–507.

NORTON, B.W., J.R. WILSON, H.M. SHELTON and K.D. HILL. 1991. The effect of shade on forage quality. In: ACIAR Proc. Forages for Plantation Crops, Sanur Beach, Bali, Indonesia (ed. W. W. STUR) Australian Centre for International Agricultural Research, Canberra. pp. 83–88.

- PEARCE, R.B., R.H. BROWN and R.E. BLASER. 1987. Photosynthesis in plant communities as influence by leaf angle. *Crop Sci.* 7: 321–324.
- PETTIGREW, W.T., J.D. HESKETH, D.B. PETERS and J.T. WOOLLEY. 1989. Characterization of canopy photosynthesis of chlorophyll-deficient soybean isolines. *Crop Sci.* 29: 1025-1029.
- PURNOMO, D. 2005. Tanggapan varietas tanaman jagung terhadap iradiasi rendah. *Agrosains* 7: 86-93.
- PRAWIRANATA, W.E., S. HERU dan P. TJADRONOGORO. 1981. Dasar-Dasar Fisiologi Tumbuhan. Jilid II. IPB. Bogor.
- SANCHEZ, P.A. and J.A. SALINAS. 1981. Low input technology for managing Oxisol and Ultisol in tropical America. *Adv. Agro.* 34: 280–298.
- SANTOSO, E. 2000. Adaptasi Fisiologi Tanaman Padi Gogo Terhadap Naungan: Laju Pertukaran Karbon, Respirasi dan Konduktansi Stomata. *Disertasi*. Program Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- SOPANDIE, D., M.A. CHOZIN, S. SASTROSUMARJO, T. JUHAETI dan SAHARDI. 2003. Toleransi padi gogo terhadap naungan. *Hayati* 10: 71–75.
- SIRAIT, J. 2005. Pertumbuhan dan Serapan Nitrogen Rumput pada Naungan dan Pemupukan yang Berbeda. *Tesis*. Program Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- SIMS, D.A. and J.A. GAMON. 2002. Relationship between leaf pigment content and spectral reflectance across a wide range of species, leaf structures and development stages. *Remote Sensing Envir.* 81: 337–354.
- SUNARLIM, N. 1985. Pengaruh naungan terhadap pertumbuhan hasil dan komponen hasil kedelai. Pros. Seminar Hasil Penelitian Tanaman Pangan Balittan. Bogor, 21 September 1985. Balai Tanaman Pangan. Bogor. hlm.
- SUPRIYONO, B., M.A. CHOZIN, D. SOPANDIE dan L.K. DARUSMAN. 2000. Perimbangan pati-sukrosa dan aktivitas enzim sukrosa fosfat sintase pada padi gogo yang toleran dan peka terhadap naungan. *Hayati.* 7: 31–34.
- WATANABE, N., C. PUJI, M. SHAROTA, and Y. FURUTA. 1993. Changes in chlorophyll, thylakoid proteins and photosynthetic adaptation to sun and shade environments in triploid and tetraploid *Oryza punctatiki* and diploid *O. Eichingeri*. *Plant Physiol. Biochem.* 31: 469–474.