

PENGEMBANGAN SISTEM INTEGRASI USAHA TERNAK KAMBING DENGAN PERKEBUNAN KELAPA SAWIT: KAJIAN BERDASARKAN KETERSEDIAAN PAKAN DAN KEBUTUHAN NUTRISI

SIMON P. GINTING

Loka Penelitian Kambing Potong, PO Box 1, Galang, Sumatera Utara

ABSTRAK

Integrasi usaha ternak kambing dengan usaha tanaman perkebunan kelapa sawit yang memanfaatkan hubungan komplementer antar berbagai komponen di dalam sistem merupakan sistem produksi alternatif yang menjanjikan. Komponen dalam sistem integrasi tersebut adalah tanaman kelapa sawit, vegetasi hijauan pakan di areal kebun, pabrik pengolah tandan buah segar (TBS) dan ternak kambing. Potensi sistem perkebunan kelapa sawit dalam mendukung usaha ternak kambing didasarkan kepada analisis potensi ketersediaan energi metabolis dari berbagai sumber pakan yang terdapat pada sistem perkebunan kelapa sawit dan kebutuhan energi metabolis untuk kebutuhan produksi kambing. Untuk mengestimasi jumlah, struktur dan dinamika populasi kambing dalam sistem diperlukan data parameter demografik, antara lain prolififikasi, fertilitas dan fekunditas kambing. Pengembangan model dapat dilakukan berdasarkan suatu target tertentu (*demand driven*) atau berdasarkan potensi ketersediaan sumber daya pakan (*supply driven*). Dengan menggunakan pendekatan *demand driven* dan asumsi potensi pasar kambing umur satu tahun di Malaysia sebesar 6.000 ekor per tahun, maka dibutuhkan populasi induk sebanyak 3.636 ekor dan lahan perkebunan kelapa sawit seluas 810 ha untuk mengisi potensi pasar tersebut. Penggunaan pendekatan *supply driven* pada tipologi perkebunan skala menengah (500 ha lahan perkebunan) dengan satu unit pabrik pengolah TBS skala mini (1 ton tandan buah segar/jam) tersedia potensi energi metabolis (EM) sebesar 2.778.800 Mkal/tahun yang mampu mendukung kebutuhan 5.155 SK/tahun dan berpotensi menghasilkan kambing umur satu tahun sebanyak 1.116 ekor/tahun dari populasi induk sebanyak 2.951 ekor. Pada perkebunan skala menengah tanpa pabrik pengolah TBS skala mini tersedia EM sebesar 1.983.300 Mkal/tahun yang mampu mendukung 3.680 SK/tahun dan berpotensi menghasilkan kambing umur satu tahun sebanyak 680 ekor/tahun dari populasi induk sebanyak 2.106 ekor. Untuk mengisi peluang pasar ekspor ke Malaysia akan dibutuhkan 10 unit perkebunan skala menengah dengan pabrik pengolah skala mini atau 17 unit perkebunan skala menengah tanpa pabrik pengolah. Dengan pendekatan yang sama potensi suplai energi dan kapasitas tampung ternak kambing dapat diestimasi baik pada sistem perkebunan besar maupun perkebunan rakyat kelapa sawit.

Kata kunci: Integrasi, kelapa sawit, kapasitas dukung, kambing

ABSTRACT

DEVELOPMENT OF GOAT – PALM OIL INTEGRATED PRODUCTION SYSTEM: AN ASSESSMENT BASED ON FEED AVAILABILITY AND NUTRIENT REQUIREMENTS

The integration of goats and palm oil plantation is prospective agricultural production systems that exploit the complement relationship among various components in the system. The main components are the oil palm trees, vegetation underneath the trees, processing plant of palm oil bunch, and the goat. The estimation of carrying capacity of the plantation system is based on the quantitative analysis on nutrient supply from various feed resources in the plantation system and nutrient requirements for goat production. The goat demographic parameters, such as, prolificacy, fertility and fecundity are used to estimate the goat population size, dynamics and structures. The development of production model could be based on a certain production target, such as the number of animals sold or the amount of income (demand driven approach), or based on the availability of certain resources such as feed supply (supply driven approach). Using the demand driven approach, and considering 6000 heads of one-year old goats to fill the Malaysian market as the production target, it is calculated that a population size of 3,636 does and 810 ha of palm oil plantation are required to meet this production target. In a typically medium-size oil palm plantation system (500 ha of oil palm plantation) with one unit of small-scale palm oil bunch processing plant (1 ton/hour), the potency to supply metabolisable energy from various feed resources in the system is 2,778,800 Mcal/year, equivalent to a carrying capacity of 5,155 Goat Units/year. This system could carry 2,951 does and 295 bucks to produce 1,116 heads of one-year old goats annually. A medium-size oil palm plantation without processing plant unit, is potential in supplying metabolisable energy of 1,983,300 Mcal/year, equivalent to a carrying capacity of 3,680 Goat Units/year. In order to fill the export market to Malaysia, a number of 10 units of medium sized plantation with small scale plant processing or a number of 17 units medium scale plantation without processing unit are required. Using similar approach, the potential of either large-scale or small-scale plantation system to produce goat in an integrated-production system could be estimated.

Key words: Integration, palm oil plantation, carrying capacity, goat

PENDAHULUAN

Peluang bagi perkembangan produksi kambing secara nasional pada dasarnya cukup tinggi, karena terdapat berbagai indikator baik teknis, biologis, sosial maupun ekonomi yang kondusif bagi usaha produksi. Teknologi budidaya kambing pada prinsipnya mudah diadopsi, dan secara biologis kambing memiliki beberapa keunggulan komparatif dibandingkan dengan ruminansia lain seperti kemampuan untuk beradaptasi terhadap kondisi nutrisi dan iklim yang kurang menguntungkan. Kambing sering menjadi pilihan prioritas dalam berbagai acara keagamaan dan sosial, sehingga tidak selamanya dapat digantikan oleh jenis ternak lain. Dengan jumlah penduduk yang besar dan kecenderungan perekonomian yang semakin baik, maka elastisitas permintaan daging yang tinggi seharusnya menjadi salah satu faktor penting mendorong produksi kambing nasional. Pada saat ini, dibutuhkan ternak kambing sekitar 5,6 juta ekor per tahun untuk memenuhi kebutuhan konsumsi dalam negeri (MAKKA, 2004). Disamping itu, terdapat peluang pasar ekspor yang besar terutama ke negara Brunei Darusalam, Malaysia dan Arab Saudi yang belum dimanfaatkan secara maksimal.

Namun, perkembangan populasi kambing yang saat ini mencapai 12,5 juta ekor (MAKKA, 2004), ternyata hanya meningkat sebesar 4,53% dalam beberapa tahun terakhir (1997 – 2003). Bahkan JASMAL *et al.* (2004) melaporkan bahwa, pada kurun waktu 1997 – 2001 yang lalu terjadi laju penurunan pertumbuhan sebesar 2,89% per tahun. Tingkat perkembangan populasi yang relatif stagnan ini dapat disebabkan oleh kendala teknis seperti angka kematian anak yang relatif tinggi (25 – 35%), pematangan betina yang masih produktif, dan besarnya keragaman mutu genetik. Kemungkinan penyebab penting lain adalah tipe usaha yang bersifat sambilan dengan skala usaha kecil, akibat keterbatasan modal maupun lahan untuk pengembangan usaha. Penyebaran kambing yang sebagian terbesar berada di Pulau Jawa (57%) dengan tingkat kepadatan penduduk yang tinggi dapat menjadi kendala penting dalam mendorong ekspansi usaha ke arah skala ekonomis atau komersial.

Kondisi ini menuntut upaya pengembangan sistem produksi alternatif yang memungkinkan pemanfaatan secara maksimal potensi ketersediaan lahan yang masih luas serta daya dukung pakan yang tinggi. Dengan luas areal kebun kelapa sawit yang mencapai 4,2 juta ha (DIREKTORAT JENDERAL BINA PRODUKSI PERKEBUNAN, 2002), dan diperkirakan akan terus meningkat mengingat pentingnya peranan minyak kelapa sawit sebagai salah satu sumber minyak nabati dunia (FOLD, 2003), maka sistem usaha perkebunan kelapa sawit merupakan potensi yang sangat besar bagi pengembangan usaha ternak kambing secara integratif.

Adanya kesesuaian yang tinggi serta hubungan yang bersifat komplementer antara ternak kambing dengan perkebunan kelapa sawit, apabila dikelola dengan manajemen yang tepat telah dilaporkan oleh DEVENDRA (1979), LEE *et al.* (1979), maupun AWALUDIN dan OTHMAN (2004).

Oleh karena itu, tulisan ini bertujuan untuk menyajikan analisis potensi dan peluang pengembangan sistem usaha terpadu antara ternak kambing dengan perkebunan kelapa sawit. Kajian didasarkan pada analisis potensi ketersediaan nutrisi pada sistem perkebunan kelapa sawit untuk mendukung kebutuhan nutrisi berbagai status fisiologis kambing. Berdasarkan potensi daya dukung dalam sistem, serta analisis berbagai parameter demografik kambing yang menentukan dinamika populasinya, dipaparkan potensi skala usaha dan struktur populasi kambing dalam sistem integrasi pada tipologi usaha perkebunan kelapa sawit skala menengah.

AGROKLIMAT KELAPA SAWIT DAN KAMBING

Kondisi agroklimat yang ideal bagi tanaman kelapa sawit, menurut SUGIYONO *et al.* (2002a) adalah, curah hujan antara 1500 – 2000 mm per tahun dengan tidak terdapat musim kering > 2 bulan. Kelembaban berkisar antara 50 – 90% dan optimal pada kelembaban 80%. Areal kebun berada pada ketinggian 400 m dpl dengan topografi ideal antara 0 – 8%. Pada topografi 8 – 30% (bergelombang-berbukit) kelapa sawit masih dapat tumbuh dengan baik.

Kondisi iklim tersebut secara umum sesuai bagi biologis kambing yang pada dasarnya memang memiliki adaptabilitas yang tinggi terhadap kondisi iklim yang beragam (SINGH, 1992). Namun, kelembaban ideal bagi tanaman kelapa sawit yang relatif tinggi kemungkinan dapat mendorong terjadinya kasus skabies yang kronis pada kambing. Hal ini menuntut manajemen yang ketat bagi upaya pencegahan atau pengendalian penyakit parasiter tersebut. Topografi yang bergelombang atau berbukit pada dasarnya sesuai dengan habitat asli kambing (MACFARLANE, 1982), sehingga ternak ini diperkirakan akan mampu beradaptasi pada berbagai keragaman topografi pada suatu areal kebun sawit.

MODEL KONSEPTUAL SISTEM INTEGRASI USAHA TERNAK KAMBING DENGAN PERKEBUNAN KELAPA SAWIT

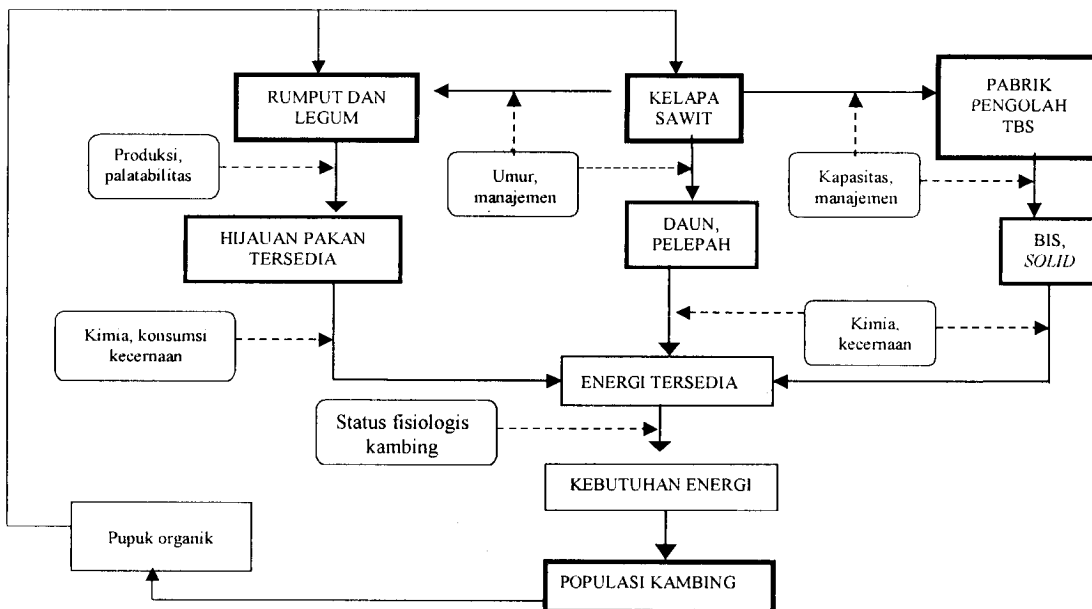
Sistem integrasi usaha ternak kambing dengan perkebunan kelapa sawit merupakan sistem pertanian yang kompleks, karena melibatkan berbagai subsistem yang saling terkait secara integratif. Subsistem utama

dalam sistem integrasi dimaksud terdiri dari komponen yang merupakan sumber nutrisi yaitu tanaman kelapa sawit (daun dan pelepah), vegetasi hijauan di bawah tanaman kelapa sawit (rumput, leguminosa dan hijauan lain), pabrik pengolah tandan buah segar (bungkil inti sawit dan lumpur minyak sawit) dan komponen pengguna nutrisi yaitu ternak kambing. Pemahaman akan sistem integrasi yang kompleks ini dapat dipermudah dengan pendekatan model konseptual seperti disajikan pada Gambar 1. Kelengkapan komponen-komponen utama dalam sistem bervariasi menurut tipologi kebun (perkebunan besar, perkebunan menengah dan perkebunan rakyat), dan struktur umur tanaman kelapa sawit (tanaman belum menghasilkan dan tanaman menghasilkan). Sistem integrasi dengan empat komponen utama dapat dikembangkan pada tipologi perkebunan besar. Pada tipologi perkebunan menengah umumnya hanya terdapat tiga komponen utama yaitu tanaman kelapa sawit, vegetasi di bawah tanaman utama dan ternak kambing, namun dapat menjadi empat komponen bila terdapat pabrik pengolah TBS (skala mini). Pada tipologi perkebunan rakyat jumlah komponen utama hanya ada dua yaitu vegetasi di bawah tanaman utama dan ternak kambing (kebun dengan tanaman muda dan belum menghasilkan), atau tiga komponen yaitu tanaman kelapa sawit, vegetasi di bawah tanaman utama dan ternak kambing (kebun dengan tanaman menghasilkan).

Komponen “tanaman kelapa sawit” merupakan subsistem inti karena secara langsung menentukan tingkat potensi komponen “vegetasi” dan “pabrik pengolah TBS” sebagai sumber nutrisi. Bertambahnya umur tanaman kelapa sawit dan perubahan manajemen pengelolaan tanaman akan secara langsung mempengaruhi produksi vegetasi, maupun produksi hasil samping pengolahan TBS. Potensi vegetasi sebagai sumber nutrisi juga dipengaruhi oleh komposisi botani yang terkait dengan sifat palatabilitas dan tingkat produksi biomasa hijauan.

Potensi vegetasi hijauan pakan, hasil samping tanaman kelapa sawit dan hasil samping pengolahan TBS sebagai sumber nutrisi selanjutnya ditentukan oleh komposisi kimiawi, tingkat konsumsi serta tingkat pencernaan bahan. Energi tersedia yang berasal dari berbagai jenis bahan pakan tersebut serta tingkat kebutuhan nutrisi untuk kambing pada berbagai status fisiologis selanjutnya akan menentukan jumlah dan struktur populasi kambing yang dapat dipelihara pada sistem integrasi tersebut.

Dari komponen ternak kambing akan dihasilkan produk samping berupa pupuk organik yang dapat digunakan untuk meningkatkan produksi baik hijauan pakan maupun produktivitas tanaman kelapa sawit melalui perbaikan biofisik dan peningkatan kandungan unsur organik tanah. Dengan demikian, sebagian unsur organik dan inorganik yang telah digunakan untuk mendukung produksi kambing akan dikembalikan ke dalam sistem.



Gambar 1. Model konseptual integrasi kambing dengan kelapa sawit

BIS: Bungkil inti sawit; Solid: Lumpur minyak sawit/dekanter; — Alur (Flow); - - - - - Laju (Rate)

Sumber: DAHLAN et al. (1991)

ESTIMASI POTENSI KETERSEDIAAN NUTRISI

Dalam mengevaluasi potensi ketersediaan nutrisi digunakan energi metabolis (EM) sebagai acuan, karena lebih akurat untuk mengestimasi potensi daya dukung dibandingkan dengan bahan kering pakan (DAHLAN, 1993). Selain itu, energi merupakan entitas nutrisi yang menjadi pembatas pertama dalam sistem integrasi ternak dengan perkebunan (REESE *et al.*, 1990).

Model untuk menghitung potensi ketersediaan energi metabolis (EM_t) untuk setiap jenis bahan pakan yaitu:

$$EM_t = BK_t * EM_{bk}$$

dimana:

BK_t = bahan kering tersedia (kg/ha/tahun) dan
EM_{bk} = kandungan energi metabolis bahan kering (Mkal/kg)

Dalam melakukan perhitungan, nilai BK_t hijauan di perkebunan kelapa sawit mengacu kepada hasil penelitian CHEN *et al.* (1991), sedangkan EM_{bk} menggunakan data WONG dan CHIN (1998). BK_t pakan yang bersumber dari hasil samping tanaman kelapa sawit dan pabrik pengolah TBS disitasi dari MATHIUS *et al.* (2003), dan dikonversikan ke satuan energi metabolis menggunakan data DAHLAN (1992) dan IDRIS *et al.* (1998). Hijauan yang dianalisis terbatas kepada jenis yang memiliki palatabilitas tinggi pada kambing, sehingga jenis paku-pakuan (*fern*) yang banyak terdapat pada areal perkebunan kelapa sawit tua tidak tercakup dalam perhitungan.

Potensi hijauan pakan pada areal TBM dibatasi pada areal kebun dengan umur tanaman 3 – 5 tahun, yaitu periode yang sesuai bagi sistem integrasi dengan pola pemeliharaan kambing secara pengembalaan. Potensi ketersediaan hijauan pakan pada areal TM

merupakan rata-rata potensi pada areal kebun dengan umur tanaman berkisar antara 5 – 30 tahun.

Ketersediaan energi yang berasal dari serat perasan buah dan tandan buah kosong yang sebenarnya memiliki biomasa besar tidak dipertimbangkan sebagai sumber pakan mengingat penggunaannya sebagai bahan bakar dalam proses pengolahan TBS telah menjadi pilihan utama dalam manajemen kebun.

Estimasi ketersediaan energi pada sistem perkebunan kelapa sawit disajikan pada Tabel 1. Vegetasi hijauan pakan pada areal TBM memiliki potensi energi paling tinggi, yaitu sebesar 4.276 Mkal/ha/tahun, dan berturut-turut diikuti oleh hasil samping tanaman kelapa sawit berupa daun dan pelepah sawit (3385 Mkal/ha/tahun) dan hasil samping pengolahan TBS berupa *solid* dan *BIS* (2969 Mkal/ha/tahun) dengan total energi tersedia sebesar 11.179 Mkal/ha/tahun.

Perlu diketahui bahwa potensi ketersediaan energi yang tinggi pada vegetasi hijauan pakan di areal kebun TBM hanya dapat dimanfaatkan dalam periode relatif pendek yaitu selama 2 – 3 tahun saja. Sedangkan, pada areal TM potensi ketersediaan energi per satuan luas yang relatif lebih rendah (549 Mkal/ha/tahun) akan tersedia dalam kurun waktu yang jauh lebih lama. Oleh karena itu, dalam satu siklus produksi tanaman kelapa sawit (25 tahun) potensi ketersediaan energi dari hijauan pakan pada areal TM jauh lebih tinggi (10.980 Mkal/siklus produksi) dibandingkan pada areal TBM (4.276 Mkal/siklus produksi).

ESTIMASI KEBUTUHAN NUTRISI

Sebagaimana halnya dengan satuan yang digunakan dalam mengestimasi potensi nutrisi, maka satuan untuk kebutuhan nutrisi kambing juga diekspresikan dalam energi metabolis. Untuk perencanaan pengembangan sistem produksi, perlu

Tabel 1. Estimasi ketersediaan energi metabolis dari berbagai sumber pakan potensial dalam sistem integrasi kelapa sawit dan kambing

Sumber pakan	Jenis pakan	Ketersediaan		
		BK/ha/tahun (kg)	EM/ kg BK (Mkal)	EM/ha/tahun (Mkal)
Vegetasi TBM	Hijauan	2.402	1,78	4.276
Vegetasi TM	Hijauan	323	1,70	549
Kelapa Sawit	Daun	658	1,68	1.105
	Pelepah	1.640	1,39	2.280
Pabrik	<i>Solid</i>	1.132	1,56	1.766
	<i>BIS</i>	514	2,34	1.203
	Jumlah			11.179

TBM = Tanaman Belum Menghasilkan

TM = Tanaman Menghasilkan

ditetapkan tingkat kebutuhan nutrisi pada status fisiologis tertentu sebagai acuan pembandingan yang ekuivalen antar berbagai status fisiologis dalam struktur populasi kambing. Dalam konteks ini digunakan tingkat kebutuhan energi induk kambing fase laktasi sebagai unit acuan yang setara dengan satu "Satuan Kambing" (SK). Pertimbangan menggunakan induk laktasi sebagai acuan, karena pada status fisiologis tersebut tingkat kebutuhan nutrisi paling tinggi. Disamping itu, dalam pengembangan produksi ternak, kelompok induk laktasi memiliki peran strategis dalam menentukan dinamika populasi (GARTNER dan HALLAM, 1984). Dengan demikian, Satuan Kambing sebagai unit acuan didefinisikan secara rinci sebagai: *Seekor induk kambing laktasi dewasa berbobot badan 22 kg dengan selang beranak 8 bulan dan menghasilkan susu sebanyak 90 kg per laktasi (kandungan lemak 35 g/kg dan bahan padat bukan lemak 115 g/kg).*

Data bobot badan, produksi susu serta kadar lemak dan bahan padat bukan lemak yang digunakan dalam definisi tersebut merupakan tipikal jenis kambing Kacang (DEVENDRA, 1983; DEVENDRA dan BURNS, 1983). Selanjutnya, kebutuhan energi metabolis untuk satu Satuan Kambing dihitung menggunakan formula MAFF (1975) yang disitasi oleh GARTNER dan HALLAM (1984) sebagai berikut:

$$EM/\text{tahun (MJ)} = 365 \times EM_{HP} + (EM_{PS} \times PS_L \times 12/JB)$$

dimana:

$$EM_{HP} \text{ (energi metabolis untuk hidup pokok; MJ/h)} = 1,8 + 0,1 \text{ BB (Bobot badan)}$$

$$EM_{PS} \text{ (energi metabolis untuk produksi susu; MJ/kg susu)} = 1,694 (0,0386 \times LS + 0,0205 \times PBL - 0,236)$$

$$PS_L = \text{Produksi air susu per laktasi (kg)}$$

$$JB = \text{Jarak beranak (bulan)}$$

$$LS = \text{Kadar lemak dalam air susu (g/kg)}$$

$$PBL = \text{Kadar bahan padat bukan lemak dalam air susu (g/kg)}$$

Berdasarkan formula tersebut diperoleh kebutuhan energi metabolis per Satuan Kambing sebesar 2254 MJ/tahun atau setara dengan 539 Mkal/tahun (1477 kkal/hari). Penggunaan sistem skor dapat memudahkan pembandingan antar berbagai kelompok fisiologis kambing dalam struktur populasi. Dengan memberikan nilai skor 1,0 untuk taraf kebutuhan energi per Satuan Kambing, maka berdasarkan kebutuhan energi metabolismenya berbagai kelompok fisiologis lain seperti anak, bunting muda, bunting tua dan pejantan dapat dikonversikan ke dalam Satuan Kambing. Berdasarkan konsep tersebut disajikan nilai Satuan Kambing dari berbagai status fisiologis (Tabel 2). Selanjutnya, Satuan Kambing sebagai unit acuan dapat

digunakan dalam mengestimasi kapasitas tampung sistem perkebunan kelapa sawit.

Tabel 2. Kebutuhan energi metabolis dan nilai skor Satuan Kambing pada berbagai status fisiologis

Kelompok fisiologis	Kebutuhan energi metabolis (kkal/hari)	Nilai Satuan Kambing
Induk laktasi	1477	1,0
Induk kering/ bunting muda	833	0,56
Induk bunting tua	1211	0,82
Anak (umur > 3 – 6 bulan)	764	0,52
Anak (umur > 6 – 9 bulan)	938	0,64
Dewasa (umur > 9 – 12 bulan)	813	0,55
Pejantan	1104	0,75

Perhitungan kebutuhan energi metabolis menurut petunjuk KEARL (1982), kecuali untuk induk laktasi

Kapasitas tampung

Untuk menentukan jumlah ternak dalam perencanaan pengembangan sistem integrasi diperlukan perhitungan parameter kapasitas tampung (*carrying capacity*) atau tingkat pemeliharaan (*stocking rate*). Berdasarkan data ketersediaan energi metabolis (EM_T) pada sistem perkebunan kelapa sawit dan kebutuhan energi metabolis (EM_B) untuk kambing seperti diuraikan sebelumnya, maka dapat dihitung baik kapasitas tampung (EM_T/EM_B) dalam periode tertentu (tahun), maupun tingkat pemeliharaan (EM_T/EM_B) dalam periode tertentu (tahun) dan pada luasan areal tertentu (ha).

Pada Tabel 3 disajikan tingkat pemeliharaan kambing dalam sistem integrasi berdasarkan EM_T beberapa sumber pakan dan tingkat EM_B per Satuan Kambing. Total potensi nutrisi pada sistem perkebunan kelapa sawit mampu mendukung tingkat pemeliharaan sebesar 20,8 Satuan Kambing/ha/tahun.

Dari berbagai sumber pakan dalam sistem ini, potensi nutrisi paling tinggi dikandung oleh vegetasi hijauan pakan pada areal TBM yaitu 7,9 Satuan Kambing/ha/tahun (38,0%). Total potensi tingkat pemeliharaan kambing pada areal TM yang berbasis hijauan pakan dan hasil samping tanaman kelapa sawit mencapai 7,4 Satuan Kambing/ha/tahun (35,6%). Pada areal TM, terlihat jelas dominasi (85%) peranan daun dan pelepah kelapa sawit dibandingkan dengan hijauan pakan. Potensi energi daun dan pelepah kelapa sawit mampu mendukung 6,3 Satuan Kambing/ha/tahun, setara dengan 30,3% total daya dukung sistem. Potensi

hasil samping pengolahan TBS dalam menyumbang nutrisi setara dengan kebutuhan 5,5 Satuan Kambing/ha/ton yaitu 26,4% dari total daya dukung sistem.

PARAMETER DEMOGRAFIK TERNAK KAMBING

Struktur, jumlah, dan dinamika populasi kambing dalam sistem integrasi dengan perkebunan kelapa sawit dapat direncanakan berdasarkan beberapa parameter demografik kambing antara lain prolififikasi, fertilitas dan fekunditas (CHARRAY *et al.*, 1992). Parameter

demografik kambing yang penting dalam menentukan tingkat dinamika populasi dalam suatu sistem produksi disajikan pada Tabel 4. Data yang ditampilkan tidak seluruhnya berasal dari hasil pengamatan pada sistem integrasi usaha ternak kambing dengan perkebunan kelapa sawit, namun diperkirakan cukup sah untuk digunakan dalam pengembangan model sistem integrasi dengan kelapa sawit.

Tingkat prolififikasi sebesar 1,6 ditetapkan secara hipotetikal berdasarkan kisaran prolififikasi yang diperoleh dari berbagai sumber penelitian pada sistem produksi berbeda. Angka ini dianggap sesuai untuk sistem integrasi dengan karakter usaha bersifat semi-intensif atau intensif.

Tabel 3. Tingkat pemeliharaan (*stocking rate*) dalam unit Satuan Kambing untuk berbagai sumber pakan pada sistem kebun kelapa sawit

Sumber pakan	Jenis pakan	EM _T (Mkal/ha/tahun)	Tingkat pemeliharaan (Satuan Kambing/ha/tahun)
Vegetasi TBM	Hijauan	4.276	7,9
Vegetasi TM	Hijauan	549	1,1
Kelapa Sawit	Daun	1.105	2,1
	Pelepah	2.280	4,2
Pabrik	<i>Solid</i>	1.766	3,3
	BIS	1.203	2,2
Jumlah		11.179	20,8

EM_T = Energi Metabolis tersedia; Tingkat pemeliharaan = EM_T/EM_B
EM_B = Kebutuhan energi metabolis per Satuan Kambing (539 Mkal/tahun)

Tabel 4. Parameter demografik, variabel dan fungsinya dalam mengukur produktivitas individu atau sekelompok populasi (*flock*) kambing dalam satu sistem produksi

Parameter demografik	Fungsi	Nilai	Sumber
Prolififikasi	Σ anak lahir/ Σ induk melahirkan	1,6 ¹⁾	1, 2, 3, 4
Fertilitas	Σ induk melahirkan/ Σ induk kawin	1,0	7
Fekunditas	Σ anak lahir/ Σ induk kawin (Prolififikasi x Fertilitas)	1,6	7
Mortalitas prasapih	Σ anak mati pra-sapih/ Σ anak lahir dan hidup	0,25	2, 5
Mortalitas pascasapih (1 tahun)	$1 - (\Sigma \text{anak umur 1 tahun} / \Sigma \text{anak sapih})$	0,15	
Mortalitas induk	$1 - (\Sigma \text{induk akhir} / \Sigma \text{induk awal})$	0,04	1
Mortalitas pejantan	$1 - (\Sigma \text{pejantan akhir} / \Sigma \text{pejantan awal})$	0,04	
Mortalitas calon induk (<i>replacement</i>)	$1 - (\Sigma \text{induk umur 12 bulan} / \Sigma \text{calon induk sapih})$	0,04	7
Mortalitas calon pejantan (<i>replacement</i>)	$1 - (\Sigma \text{pejantan umur 18 bulan} / \Sigma \text{calon pejantan sapih})$	0,04	7
Lama sebagai induk	Umur diafkir – umur menjadi induk (tahun)	3,0	1
Lama sebagai pejantan	Umur diafkir – umur menjadi pejantan (tahun)	3,0	1
Rasio pejantan/induk	Σ pejantan/ Σ induk	0,1	7
Rasio anak ♂/anak ♀	Σ anak jantan lahir/ Σ anak betina lahir	0,5	7
Selang beranak	Σ hari atau bulan antara dua kelahiran berturut-turut (tahun)	0,67	1, 6

Sumber: 1) KNIPSCHER *et al.* (1984); 2) GATENBY (1988); 3) SETIADI dan SITORUS (1984); 4) ASTUTI *et al.* (1984); 5) DEVENDRA dan BURNS (1983); 6) AWALUDIN dan OTHAM (2004); 7) Hipotetikal

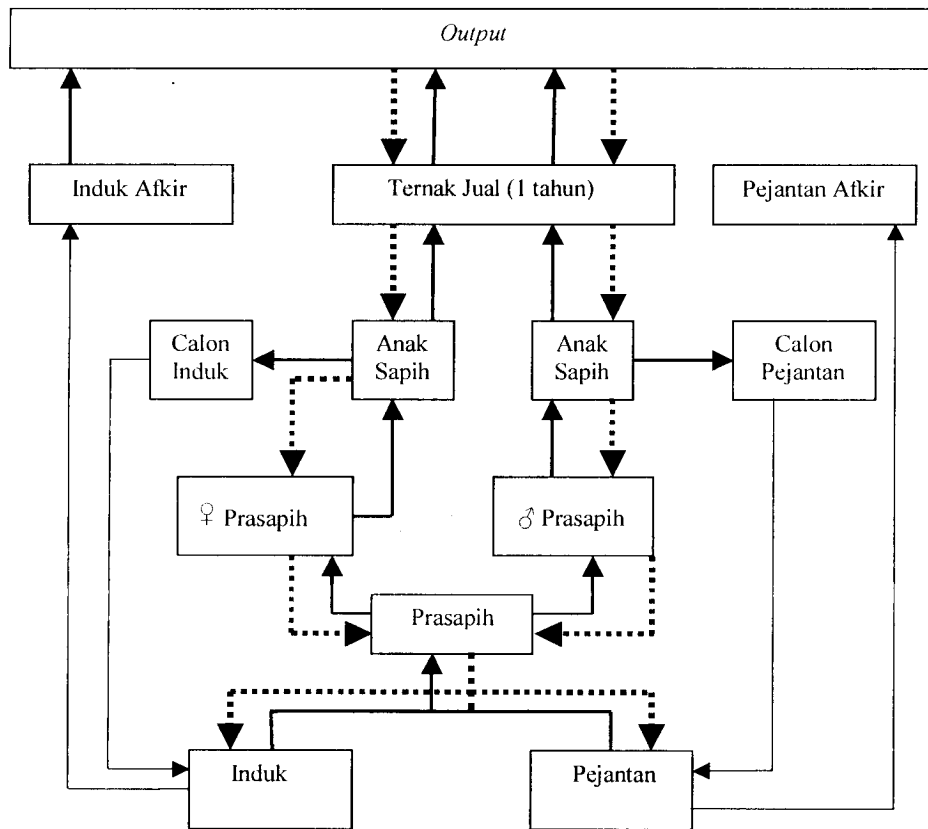
Tingkat fertilitas sebesar 1,0 diasumsikan bahwa metode perkawinan secara alamiah dengan rasio pejantan/induk yang optimal, sehingga dalam setiap perkawinan menghasilkan induk bunting dan induk laktasi (induk melahirkan). Berdasarkan asumsi kedua parameter tersebut diperoleh tingkat fekunditas (prolifikasi x fertilitas) sebesar 1,6. Tingkat mortalitas anak prasapiah sebesar 25% dan mortalitas anak pascasapiah sebesar 15% dianggap cukup konservatif untuk usaha semi-intensif atau intensif.

PENGEMBANGAN MODEL

Model pengembangan usaha ternak kambing dalam sistem integrasi dengan perkebunan kelapa sawit dapat dibangun melalui pendekatan suatu target tertentu yang ingin diperoleh dari sistem (*demand driven*) atau melalui pendekatan berdasarkan ketersediaan sumberdaya tertentu dalam sistem (*supply driven*). Dalam model *demand driven*, target dapat

berupa pendapatan atau sejumlah ternak pada status fisiologis tertentu, sedangkan pada model *supply driven* sumber daya yang menjadi pertimbangan penting adalah potensi ketersediaan nutrisi pada sistem.

Satu alternatif struktur dan variabel model populasi ternak kambing dalam sistem integrasi dengan perkebunan kelapa sawit ditampilkan pada Gambar 2. Hubungan antar sub-komponen dalam model menjelaskan proses produksi secara fisik maupun dinamika struktur populasi. Dalam model tersebut dijelaskan bahwa *output* tidak hanya berasal dari kelompok anak siap jual, namun juga berasal dari kelompok induk atau pejantan yang siap afkir. Disisi lain, kelompok anak pascasapiah tidak seluruhnya akan menjadi kelompok siap jual, karena sebagian perlu diseleksi untuk induk atau pejantan pengganti (*replacement*). Laju dinamika populasi antar variabel (kelompok fisiologis kambing) dalam model dapat diprediksi berdasarkan data parameter demografik seperti sebelumnya telah diuraikan.



Gambar 2. Struktur dan variabel model produksi kambing sebagai sub-komponen dalam sistem integrasi kambing-kelapa sawit

- > Alur dinamika populasi untuk model *demand driven*
- > Alur dinamika populasi untuk model *supply driven*

Sumber: Modifikasi dari HALLAM (1984)

Apabila luas kebun tidak menjadi pembatas, maka model produksi dapat dikembangkan melalui pendekatan *demand driven* dengan target berupa pendapatan atau jumlah populasi kambing tertentu untuk memenuhi kebutuhan pasar. Baik untuk target usaha produksi berupa pendapatan ataupun populasi ternak, besarnya populasi ternak siap jual yang merupakan kelompok terakhir dalam struktur dinamika populasi harus ditentukan terlebih dahulu. Selanjutnya, penentuan jumlah populasi di dalam struktur dilakukan ke arah hulu, sehingga populasi kambing dalam struktur model tersebut dapat dirancang sesuai dengan tuntutan target. Namun, bila luas kebun sudah tertentu (terbatas), maka pendekatan model akan lebih sesuai bila berdasarkan kepada potensi ketersediaan pakan (*supply driven*) yaitu sesuai dengan daya dukung pakan yang tersedia. Pada kondisi ini, yang pertama harus diprediksi adalah jumlah populasi induk dan pejantan maksimal yang dapat dipelihara sebagai struktur awal populasi kambing, dan selanjutnya merancang dinamika populasi menurut struktur model ke arah hilir. Dalam hal ini kebutuhan pakan (nutrisi) total populasi dari berbagai status fisiologis kambing harus mampu didukung oleh ketersediaan nutrisi pada sistem integrasi.

SIMULASI STRUKTUR DAN POPULASI KAMBING BERDASARKAN TARGET PRODUKSI (*DEMAND DRIVEN*)

Dalam simulasi ini, sebagai target produksi digunakan potensi pasar ekspor sebanyak 500 – 1000 ekor per bulan atau 6000 – 12.000 ekor per tahun ke Malaysia (DINAS PERINDAG PROVINSI SUMATERA

UTARA, 2005). Karakteristik kambing untuk target produksi tersebut adalah kambing siap jual dengan bobot badan 20 – 25 kg berumur sekitar 1 tahun. Mengacu kepada model produksi dan parameter demografis yang dipaparkan sebelumnya, maka skala dan struktur populasi usaha kambing untuk memenuhi target minimal (6000 ekor per tahun) dapat dihitung sbb:

1. Target produksi kambing siap jual umur 12 bulan: 6000 ekor.
2. Populasi kambing umur 9 – < 12 bulan dibutuhkan: $6000 \times 1,05 = 6300$ ekor (mortalitas kambing antara umur 9 sampai 12 bulan diasumsikan 5%).
3. Populasi kambing umur 6 – < 9 bulan dibutuhkan: $6300 \times 1,05 = 6615$ (mortalitas kambing antara umur 9 sampai 12 bulan diasumsikan 5%).
4. Populasi kambing umur 3 – < 6 bulan dibutuhkan: $6615 \times 1,05 = 6946$ ekor (mortalitas kambing umur antara 3 bulan sampai < 6 bulan diasumsikan sebesar 5%).
5. Populasi anak lahir dibutuhkan: $6946 \times 1,25 = 8683$ ekor (mortalitas kematian anak prasapih diasumsikan 25%).
6. Populasi induk dibutuhkan dihitung menurut formula HALLAM (1984) yaitu: $(\text{jumlah anak lahir} \times \text{selang beranak}) / (\text{fertilitas} \times \text{prolifikasi}) = (8683 \times 0,67) / (1,0 \times 1,6) = 3636$ ekor.
7. Populasi pejantan dibutuhkan: $3636 \times 0,1 = 364$ (rasio pejantan/induk optimal diasumsikan sebesar 1/10).

Tabel 5. Struktur dan jumlah populasi kambing dalam sistem integrasi usaha ternak kambing dengan perkebunan kelapa sawit untuk menghasilkan target produksi sebanyak 6000 ekor kambing per tahun

Struktur populasi/ status fisiologis	Jumlah ternak (ekor/tahun) (A)	Rasio ekor/SK (B)	Lama status fisiologis/ tahun (tahun) (C)	SK (ekor/tahun) (A x B x C)
Induk	3636			
Laktasi	-	1,0	0,38	1382
Bunting tua	-	0,82	0,25	745
Kering/bunting muda	-	0,56	0,38	774
Pejantan	364	0,75	1,0	273
Anak umur 3 – 6 bulan	6946	0,52	0,25	903
Anak umur > 6 – 9 bulan	6615	0,64	0,25	1066
Umur > 9 – 12 bulan	6300	0,55	0,25	866
Jumlah				6.009

SK: Satuan Kambing

Lama laktasi = 3 bulan/melahirkan = $3 \times 3 \text{ bulan} = 9 \text{ bulan} / 3 \text{ melahirkan (2 tahun)} = 0,38 \text{ tahun}$

Lama bunting tua = 2 bulan/melahirkan = $3 \times 2 \text{ bulan} = 6 \text{ bulan} / 3 \text{ melahirkan (2 tahun)} = 0,25 \text{ tahun}$

Lama masa kering bunting muda = 3 bulan/melahirkan = $3 \times 3 \text{ bulan} = 9 \text{ bulan} / 3 \text{ melahirkan (2 tahun)} = 0,38 \text{ tahun}$

Dalam mengestimasi besaran luas areal kebun kelapa sawit yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan nutrisi seluruh populasi kambing tersebut di atas, maka satuan (ekor) populasi kambing dari berbagai status fisiologis yang berbeda perlu dikonversikan ke dalam Satuan Kambing seperti ditampilkan pada Tabel 5. Sebelumnya telah dihitung bahwa tingkat pemeliharaan kambing pada areal TM (tanpa pabrik pengolah TBS) adalah 7,5 Satuan Kambing/ha/tahun.

Oleh karena itu, untuk memenuhi kebutuhan energi bagi 6.009 Satuan Kambing dalam upaya menghasilkan target penjualan sebanyak 6000 ekor kambing umur satu tahun akan dibutuhkan areal kebun kelapa sawit (TM) seluas $6.009/7,5 = 801$ ha. Pendekatan model *demand driven* seperti digambarkan dalam kasus ini dapat dikembangkan untuk perencanaan pembangunan sistem integrasi usaha ternak kambing dengan perkebunan kelapa sawit berdasarkan berbagai varian target, antara lain pendapat.

SIMULASI SKALA DAN STRUKTUR POPULASI KAMBING BERDASARKAN KETERSEDIAAN PAKAN (*SUPPLY DRIVEN*)

Metoda perhitungan jumlah ternak dalam struktur populasi

Perhitungan jumlah dan struktur populasi kambing dalam sistem integrasi dengan perkebunan kelapa sawit dapat dilakukan menggunakan metoda aljabar. Dalam perhitungan digunakan Satuan Kambing sebagai unit populasi, dan selanjutnya dikonversikan ke satuan ekor pada setiap status fisiologis tertentu.

Jumlah induk yang digunakan sebagai populasi dasar dihitung dengan persamaan:

$$\sum \text{induk} = X \quad (1)$$

Jumlah pejantan yang diperlukan dihitung dengan persamaan:

$$\sum \text{Pejantan} = (10/100X) \times 0,75 = 0,075X \quad (2)$$

dimana:

10/100 = rasio pejantan/induk
0,75 = Nilai Satuan Kambing

Jumlah anak lahir – umur 3 bulan per tahun dihitung dengan persamaan:

$$\sum \text{anak lahir} - 3 \text{ bulan} = (1,6/0,67 \times X) \times 0,75 = 1,791X \quad (3)$$

dimana:

1,6 = prolififikasi
0,67 = selang beranak
0,75 = tingkat anak hidup

Jumlah anak (>3 – 6 bulan) per tahun dihitung dengan persamaan:

$$\sum \text{Anak (>3 – 6 bulan)/tahun} = (1,791X) \times 0,95 \times 0,52 \times 0,25 = 0,22X \quad (4)$$

dimana:

0,95 = tingkat anak hidup
0,52 = Nilai Satuan Kambing
0,25 = lama dalam status fisiologis umur > 3 – 6 bulan (tahun)

Jumlah anak (>6-9 bulan) dihitung dengan persamaan:

$$\sum \text{anak (> 6 – 9 bulan)} = (1,701X) \times 0,95 \times 0,64 \times 0,25 = 0,259X \quad (5)$$

dimana:

0,95 = tingkat hidup
0,64 = Nilai Satuan Kambing
0,25 = lama dalam satu status fisiologis umur > 6 – 9 bulan (tahun)

Jumlah anak (> 9 – 12 bulan) dihitung dengan persamaan:

$$\sum \text{Anak (< 9 – 12 bulan)} = (1,616X) \times 0,95 \times 0,55 \times 0,25 = 0,211X \quad (6)$$

dimana:

0,95 = tingkat hidup
0,56 = Nilai Satuan Kambing
0,25 = lama dalam satu status fisiologis umur >9 – 12 bulan (tahun)

Penjumlahan seluruh persamaan (1) sampai persamaan (6), kecuali persamaan (3) karena kebutuhan nutrisi kelompok anak sampai umur 3 bulan diasumsikan dipenuhi oleh susu induk, dengan sendirinya menjelaskan hubungan antara jumlah maksimal induk menurut daya dukung pakan yaitu:

$$X + 0,076X + 0,220X + 0,259X + 0,215X = 1,77X \leq \text{daya tampung} \quad (7)$$

Persamaan (7) diasumsikan bahwa semua anak kambing berumur satu tahun dikeluarkan dari sistem sebagai produk untuk memenuhi kebutuhan pasar. Dengan mengetahui besaran jumlah induk, maka struktur populasi berdasarkan berbagai status fisiologi kambing dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan (2), (4), (5) dan (6) untuk berbagai tipologi usaha perkebunan kelapa sawit.

SKALA USAHA DAN STRUKTUR POPULASI KAMBING PADA SISTEM INTEGRASI DENGAN PERKEBUNAN KELAPA SAWIT – PERKEBUNAN MENENGAH

Perkebunan menengah diartikan sebagai usaha kebun dengan luas 500 ha (450 ha TM dan 50 ha TBM) untuk mendukung satu unit pabrik pengolah TBS kapasitas 1,0 ton/jam (pabrik mini). Dengan menggunakan parameter yang serupa dengan perkebunan besar potensi ketersediaan pakan (energi metabolis) dapat diprediksi. Sesuai dengan karakteristik dan kapasitasnya, maka pabrik mini pengolahan TBS hanya menghasilkan limbah berupa lumpur minyak sawit sebagai sumber pakan. Potensi sumber pakan pada perkebunan menengah disajikan pada Tabel 6. Dengan satu unit pabrik pengolah TBS skala mini perkebunan menengah memiliki potensi energi metabolis sebesar 2.778.000 Mkal per tahun yang mampu mendukung kebutuhan 5.155 Satuan Kambing per tahun.

Pada perkebunan skala menengah tanpa unit pengolahan TBS, besarnya potensi pakan turun menjadi

1.983.300 Mkal per tahun dengan daya dukung sebesar 3.680 Satuan Kambing per tahun.

Potensi vegetasi hijauan pakan areal TBM dalam mendukung populasi kambing mencapai 7,7%, sedangkan pada areal TM mencapai 8,9% dari total daya dukung sistem. Potensi hasil samping tanaman kelapa sawit merupakan yang terbesar yaitu 55%, diikuti potensi lumpur sawit sebesar 28,6% dari total daya dukung.

Dengan menggunakan persamaan yang sama seperti pada usaha perkebunan besar, jumlah dan struktur populasi kambing pada sistem integrasi dengan perkebunan kelapa sawit skala menengah dapat dihitung berdasarkan potensi daya dukungnya (Tabel 7). Dari hasil perhitungan dapat dilihat bahwa dengan satu unit pabrik pengolah TBS skala mini jumlah ternak umur satu tahun yang dapat diproduksi adalah sebanyak 1.116 ekor per tahun, atau rata-rata 93 ekor per bulan. Sedangkan tanpa pabrik pengolah TBS, jumlah kambing umur satu tahun yang dapat dipasarkan mencapai 680 ekor per tahun atau rata-rata 56 ekor per bulan. Angka ini menunjukkan bahwa satu unit usaha perkebunan skala menengah (luas areal kebun 500 ha)

Tabel 6. Potensi ketersediaan energi dan daya dukung sistem perkebunan menengah (50 ha TBM, 450 ha TM) kelapa sawit-kambing

Sumber pakan	Jenis pakan	EM tersedia (Mkal/tahun)	Daya dukung (SK/tahun)
Vegetasi TBM	Hijauan	213.800	397
Vegetasi TM	Hijauan	247.050	458
Kelapa Sawit	Daun	497.250	922
	Pelepah	1.026.000	1.904
Pabrik pengolah TBS	<i>Solid decanter</i>	794.700	1.474
Jumlah		2.778.800	5.155

Tabel 7. Skala usaha dan struktur populasi kambing pada sistem integrasi perkebunan menengah kelapa sawit-kambing berdasarkan potensi ketersediaan energi metabolis

Struktur populasi/status fisiologis	Perkebunan menengah dengan pabrik pengolah TBS skala mini		Perkebunan menengah tanpa pabrik pengolah TBS skala mini	
	SK/tahun	Ternak (ekor/tahun)	SK/tahun	Ternak (ekor/tahun)
Induk		2951		2106
Laktasi	1107	-	784	-
Bunting tua	597	-	423	-
Kering/bunting muda	620	-	439	-
Pejantan	218	291	154	206
Anak (3 bulan – 6 bulan)	641	1233	454	872
Anak (> 6 – 9 bulan)	754	1178	534	834
Umur > 9 – 12 bulan	614	1116	435	680

Nilai SK untuk induk laktasi, bunting tua dan bunting muda/kering diperoleh dari (jumlah induk) x (nilai SK) x (lama dalam status fisiologis/tahun)

belum dapat memenuhi potensi pasar ekspor sebanyak 500 – 1000 ekor per bulan. Dengan 4,2 juta ha kebun kelapa sawit yang ada di Indonesia, maka perkebunan kelapa sawit skala menengah dapat menjadi tulang punggung penyedia kambing ekspor. Seperti halnya pada perkebunan besar model usaha integrasi usaha ternak kambing dengan perkebunan kelapa sawit dapat berupa usaha diversifikasi horizontal atau menganut pola inti-plasma dengan perusahaan sebagai inti dan karyawan sebagai plasma.

Pendekatan yang digunakan dalam mengestimasi kapasitas tampung sistem kelapa sawit skala menengah adalah berdasarkan potensi suplai nutrisi dari berbagai sumber bahan baku pakan yang terdapat di dalam sistem. Oleh karena itu, dengan pendekatan yang serupa kapasitas tampung baik pada sistem perkebunan kelapa sawit skala besar maupun perkebunan rakyat dapat diestimasi.

KESIMPULAN DAN SARAN

Percepatan pertumbuhan populasi kambing nasional dan peningkatan skala usaha produksi dapat ditingkatkan melalui pengembangan usaha integrasi dengan perkebunan kelapa sawit. Dalam aplikasinya, pengembangan model sistem integrasi dapat dilakukan dengan pendekatan *demand driven* atau *supply driven*. Untuk itu, diperlukan analisis kerangka kuantitatif yang mencakup potensi nutrisi pada sistem dan kebutuhan nutrisi ternak kambing untuk menentukan potensi daya dukung sistem, serta beberapa parameter demografik kambing untuk mengestimasi dinamika dan struktur populasi di dalam sistem integrasi.

Simulasi pada tipologi perkebunan kelapa sawit skala menengah menunjukkan potensinya dalam mengisi peluang pasar kambing domestik, sedangkan untuk mengisi peluang pasar ekspor ke Malaysia dibutuhkan sebanyak 10 unit perkebunan skala menengah dengan unit pengolah tandan buah segar skala mini, atau 17 unit perkebunan skala menengah tanpa unit pengolah tandan buah. Pendekatan yang sama dapat digunakan untuk mengestimasi potensi sistem perkebunan besar dan perkebunan rakyat dalam menghasilkan ternak kambing melalui sistem produksi yang terintegrasi.

Simulasi skala usaha dan struktur populasi kambing dalam sistem integrasi dengan perkebunan kelapa sawit seperti yang telah dikemukakan perlu divalidasi melalui aplikasi di lapang. Dari aplikasi ini akan diperoleh data kerangka kuantitatif yang lebih akurat, dan informasi tersebut dapat digunakan sebagai data input dalam memprediksi skala dan struktur populasi dengan lebih tepat.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTUTI, M., M. BELL, P. SITORUS and G.E. BRADFORD. 1984. The impact of altitude on sheep and goat production. Working Paper 30. Small Ruminant Collaborative Research Support Program, Bogor, Indonesia.
- AWALUDIN, R. and H. OTHMAN. 2004. The technical, economics and marketing aspect of goat integration with oil palm. In: *Livestock and Crop Integration (LCI) with Oil Palm "Optimizing Use – Maximizing Income"*. WAHID, M.B., Z.Z. ZAKARIA, R. AWALUDIN and S. ISMAIL (Eds.). Malaysian Palm Oil Board, Ministry of Plantation Industries and Commodities Malaysia. pp. 49 – 54.
- CHARRAY, J., J.M. HUMBERT and J. LEVIF. 1992. *Manual of Sheep Production in the Humid Tropics of Africa*. CAB International.
- CHEN, C.P., H.K. WONG and I. DAHLAN. 1991. Herbivores and the plantation. In: *Recent Advances on the Nutrition of Herbivores*. HO, Y.W., H.K. WONG, N. ABDULLAH and Z.A. TAJUDDIN. (Eds.). Malaysian Society of Animal Production. pp. 71 – 82.
- DAHLAN, I. 1992. The nutritive values and utilization of oil palm leaves as a fibrous feed for goats and sheep. Proc. 6th AAAP Anim. Sci. Congress. Vol. III. The Animal Husbandry Association of Thailand. p. 271.
- DAHLAN, I. 1993. System analyses application for integrated small ruminant-tree cropping production systems In: *Advances in Sustainable Small-Ruminant-Tree Cropping Integrated System*. S. SIVARAJ, P. AGAMUTHU and K. MUKHERJEE (Eds.) IDRC. pp. 45 – 54.
- DAHLAN, I., Y. YAMADA, M.D. MAHYUDDIN and M.Z. SHAHAR. 1991. The application of modeling and expert system for livestock-crop integration. In: *Recent Advances on the Nutrition of Herbivores*. Y.W. HO, H.K. WONG, N. ABDULLAH and Z.A. TAJUDDIN (Eds.). Malaysian Society of Animal Production. pp. 253-268
- DEVENDRA, C. 1979. A model for the integration of goats with cropping systems in the Asean region. Proc. *Integration of Animals with Plantation Crops*. Pulau Pinang, Malaysia. pp. 84 – 97.
- DEVENDRA, C. 1983. *Goats: Husbandry and potential in Malaysia*. Ministry of Agriculture, Malaysia. 178 p.
- DEVENDRA, C. and M. BURNS. 1983. *Goat Production in the Tropics*, 2nd Ed. Commonwealth Agricultural Bureaux, Slough, U.K.
- DINAS PERINDAG PROVINSI SUMATERA UTARA. 2005. *Tataniaga ekspor dan perdagangan ternak menyongsong perdagangan bebas*. Paper dipresentasikan pada Seminar Agribisnis Peternakan di Sumatera Utara. Fakultas Pertanian USU Medan.
- DIREKTORAT JENDERAL BINA PRODUKSI PERKEBUNAN. 2002. *Statistik Perkebunan Indonesia 2000 – 2002. Kelapa Sawit*.

- FOLD, N. 2003. Oil Palm: Market and Trade. *Burotrop* 19: 11 – 13.
- GARTNER, J.A. and D. HALLAM. 1984. A quantitative framework for livestock development planning: Part 3 Feed demand and supply. *Agric. Systems* 14: 123 – 142.
- GATENBY, R. 1988. Goat husbandry in West Timor, Indonesia. *Small Rumin. Res.* 1: 113 – 121.
- HALLAM, D. 1984. A quantitative framework for livestock development planning: Part 2- The determination of livestock requirement. *Agric. Systems* 14: 45 – 49.
- IDRIS, M.S., A.F. MOHAMAD and D. ISMAIL. 1998. Utilization of oil palm by-products as livestock feed. *In: Livestock and Crop Integration in Oil Palm*. Palm Oil Research. DARUS, A., M.T. DOLMAT and S. ISMAIL (Eds.) Institute of Malaysia, Ministry of Primary Industries, Malaysia. pp. 57 – 64.
- JASMAL, A.S., L.A. SOFYAN, K. MUDIJKO dan E.G. SA'ID. 2004. Daya dukung limbah pertanian sebagai sumber pakan ternak ruminansia di Indonesia. *Wartazoa* 13: 30 – 37.
- KEARL, L.C. 1982. Nutrient Requirement of Ruminants in Developing Countries. International Feedstuff's Institute, Utah Agricultural Experiment Station, Utah State University, Logan.
- KNIPSCHER, H.C., U. KUSNADI and A.J. DE BOER. 1984. Some efficiency measures for analysis of the productive potential of Indonesian goats. *Agric. System* 15: 125 – 135.
- LEE, K.A., W.B. WAN EMBONG, L.H. NG, F.C. NG and A.K. PHANG. 1979. Performance of sheep and goats under rubber – Preliminary Results. *Proc. Integration of Animals with Plantation Crops*. Pulau Pinang, Malaysia. pp. 206 – 212.
- MACFARLANE, W.V. 1982. Concepts in animal adaptation. *Proc. 3rd International Conference on Goat Production and Disease*. College of Agriculture, The University of Arizona, Tucson, Arizona, Jan 10 – 15. pp. 375 – 385.
- MAKKA, D. 2004. Tantangan dan peluang pengembangan agribisnis kambing ditinjau dari aspek pelayanaan sentra produksi ternak. *Pros. Lokakarya Nasional Kambing potong*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan dan Loka Penelitian Kambing Potong. Bogor, 6 Agustus 2004. hlm. 3 – 14.
- MATHIUS, I-W, D. SITOMPUL, B.P. MANURUNG dan AZMI. 2003. Produk samping tanaman dan pengolahan buah kelapa sawit sebagai bahan dasar pakan komplit untuk sapi: Suatu tinjauan. *Pros. Lokakarya Nasional Sistem Integrasi Kelapa Sawit-Sapi*. Badan Litbang Pertanian, Pemerintah Provinsi Bengkulu dan PT Agriscina. Bengkulu, 9 – 10 September 2002. hlm. 120 – 128.
- REESE, A.A, S.W. HANDAYANI, S.P. GINTING, W. SINULINGGA, G.R. REESE and W.L. JOHNSON. 1990. Effects of energy supplementation on lamb production of Javanese thin-tail ewes. *J. Anim. Sci.* 68: 1827 – 1840.
- SETIADI, B. and P. SITORUS. 1984. Performance of Ettawah goats and Kacang goats. Working paper 37. Small Ruminant Collaborative Research Support Program, Bogor, Indonesia.
- SINGH, M. 1992. Adaptability to hot climates for growth and reproductive performance. *Proc. of V International Conference on Goats: Pre-Conference Proc. Invited Papers Vol. II, Part I*. pp. 244 – 252.
- SUGIYONO, I.Y. HARAHAP, WINARNO, A.D. KOEDARIRI, A. PURBA dan P. PURBA. 2002a. Kesesuaian lahan dan agroklimat. *Dalam: Kultur Teknis Kepala Sawit*. BUANA, L., D. SIAHAAN dan S. ADIPUTRA (Eds.) Modul M 100 – 203. Pusat Penelitian Kelapa Sawit.
- WONG, C.C. and F.Y. CHIN. 1998. Meeting nutritional requirement of cattle from natural forages in oil palm plantation. *In: Livestock and Crop Integration (LCI) with Oil Palm "Optimizing Use-Maximizing Income"*. M.B. WAHID, Z. ZAKARIA, R. AWALUDIN and S. ISMAIL (Eds.) Malaysian Palm Oil Board, Ministry Plantation Industries and Commodities Malaysia. pp. 115 – 126.