IFS-1

Dr. Ir. Syamsul Bahri, MP.

INTEGRATED FARMING SYSTEM

PAKAN SILFER & PUPUK ORGANIK

"Model Rintisan Bank Pakan & Kampung Organik"

UNG Press

Penerbit:
UNG Press Gorontalo
Jl. Jend. Sudirman No. 6 Telp. (0435) 821125
Fax. (0435) 821752 Kota Gorontalo
Website: www.ung.ac.id

INTEGRATED FARMING SYSTEM

PAKAN SILFER & PUPUK ORGANIK

"MODEL RINTISAN BANK PAKAN & KAMPUNG ORGANIK"

© Dr. Ir. Syamsul Bahri, MP.

INTEGRATED FARMING SYSTEM
PAKAN SILFER & PUPUK ORGANIK
" Model Rintisan Bank Pakan & Kampung Organik"

ISBN: 978-623-284-023-2

i-viii, 110 hal; 18 Cm x 25,5 Cm
Desain Cover: Irvhan Male
Diterbitkan oleh: UNG Press Gorontalo
Cetakan Pertama: Desember 2020

Universitas Negeri Gorontalo Press
Anggota IKAPI
Jl. Jend. Sudirman No.6 Telp. (0435) 821125
Kota Gorontalo
Website: www.ung.ac.id

Isi diluar tanggungjawab percetakan

© 2020
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini **tanpa izin tertulis** dari penerbit

KATA PENGANTAR

Scbagai ungkapan rasa syukur kita yang tak terhingga kepada Allah SWT, penulis memanjatkan puji dan syukur ke Hadirat Allah SWT, karena berkat Hidayah, Inayah, Petunjuk dan Pertolongan-Nya sehingga penulis dapat merampungkan penulisan buku yang diformulasi dalam judul Integrated Farming System, Pakan Silfer dan Pupuk Organik ”Model Rintisan Bank Pakan dan Kampung Organik”. Buku Integrated Farming System seri pertama ini disusun berdasarkan atas studi pustaka yang telah dilakukan sejak menempuh pendidikan pascasarjana di Universitas Hasanuddin, hasil hasil penelitian dan pengalaman penulis selama ini terkait dengan bidang peternakan dan tanaman pangan dalam sistem pertanian terpadu.

Buku ini dibagi menjadi tujuh bagian bahasan, yang diawali dengan bagian 1) pendahuluan, dan pada bagian selanjutnya yaitu 2) pertanian terpadu dan berkelanjutan, 3) pupuk organik dan pola tumpangsari, 4) pemanfaatan limbah ternak dan tanaman sebagai pupuk, 5) potensi dan pemanfaatan limbah tanaman pangan, 6) aplikaksi teknologi pengolahan pupuk dan pakan ternak, 7) bank pakan dan pada bagian akhir penulis mencoba menampilkan salah satu tulisan lepas penulis yang berkaitan dengan pertanian terpadu yaitu bagian 8) kebijakan daerah dalam perspektif sistem pertanian terpadu.

Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan terima kasih yang setulus-tulusnya dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada Bapak Prof. Dr. Ir. Syamsuddin Hasan, M.Sc, Prof. Dr. Ir. Asmuddin Natsir, M.Sc dan Prof. Dr. Ir. Yunus Musa, M.Sc atas tempaan mental akademik dan motivasi untuk terus berkarya menghasilkan sebuah karya ilmiah. Penulis juga menyampaikan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada Bapak Prof. Dr. Ir. Nelson Pomalingo, M.Pd selaku Bupati Kabupaten Gorontalo yang senantiasa memberikan arahan dan semangat keterpaduan yang dapat menjadi pemicu semangat bagi penulis untuk menghasilkan karya-karya terbaik di masa yang akan datang. Kepada Ayahanda tercinta H. Basri Djaya (almarhum), Ibunda Hj. Aisya Toe yang tersayang yang senantiasa mendoakan kesuksesan putra pertamanya, dan istri tercinta Dr. Hamsidar Hasan, S.Si, M.Si, Apt, penulis persembahkan buku ini sebagai sebuah karya monumental.

Isi buku ini tentu saja jauh dari kata sempurna sebagai sebuah buku referensi lengkap tentang sistem pertanian terpadu dengan memanfaatkan limbah pertanian sebagai pakan ternak dan limbah peternakan sebagai pupuk organik tanaman. Juga masih terdapat kekurangan maupun kesalahan di dalamnya, sehingga kritik dan saran perbaikan tetap diharapkan. Akhirulqalam, penulis tetap berharap bahwa materi yang disajikan dalam buku ini dapat bermanfaat bagi peneliti, mahasiswa, penyuluh dan pemerhati pakan dan pupuk dalam upaya memperkaya khasanah keilmuan pertanian terpadu. Semoga semua kita senantiasa dalam lindungan Allah SWT. Amiin.

Penulis

DAFTAR ISI

Kata Pengantar iii
Daftar Isi v
Daftar Tabel vi
Daftar Gambar vii

BAGIAN 1 PENDAHULUAN 1

BAGIAN 2 PERTANIAN TERPADU DAN BERKELANJUTAN 6
A. Sistem Pertanian Terpadu 6
B. Sistem Pertanian Terpadu Tanaman-Ternak sebagai Model Pertanian Berkelanjutan (Sustainable Agriculture) 11
C. Pengembangan Sistem Pertanian Terpadu berbasis Zero Waste 15
D. Sistem Pertanian Masukan Luar Rendah 19

BAGIAN 3 PUPUK ORGANIK DAN POLA TUMPANGSARI 23
A. Potensi dan Kendala Lahan Kering 23
B. Pupuk Organik 26
C. Penanaman Pola Tumpangsari 30
D. Jagung 36
E. Kacang Tanah 40

BAGIAN 4 PEMANFAATAN LIMBAH TERNAK DAN TANAMAN SEBAGAI PUPUK 44
A. Pupuk Organik dari Limbah Peternakan 44
B. Pupuk Organik dari Limbah Tanaman Pangan 51

BAGIAN 5 POTENSI DAN PEMANFAATAN LIMBAH TANAMAN PANGAN SEBAGAI PAKAN 53
A. Potensi Limbah Jagung 53
B. Potensi Limbah Kacang Tanah 56
C. Pemanfaatan Limbah Tanaman Pangan sebagai Pakan Ternak 58

BAGIAN 6 APLIKASI DAN TEKNOLOGI PUPUK DAN PAKAN 64
A. Aplikasi Pemanfaatan Pupuk Organik dengan Pola Tumpangsari 64
B. Aplikasi Pemanfaatan Pakan Silase 78

BAGIAN 7 BANK PAKAN 86

BAGIAN 8 KEBIJAKAN DAERAH DALAM PERSPEKTIF SISTEM PERTANIAN TERPADU 89

Daftar Pustaka 96

DAFTAR TABEL

1. Deskripsi Tanaman Jagung 38
2. Deskripsi Tanaman Kacang Tanah 41

DAFTAR GAMBAR

1. Tumpang sari tanaman jagung dan kacang tanah 36
2. Pembuatan Pupuk Organik 49
3. Pupuk organik cair 50
4. Pupuk organik limbah tanaman pangan 52
5. Persentase bahan kering 53
6. Jerami jagung 59
7. Jerami kacang tanah 59
8. Silase limbah jagung (60%) dan kacang tanah (40%) 60
9. Silase limbah jagung (50%) dan kacang tanah (50%) 60
10. Silase limbah jagung (40%) dan kacang tanah (60%) 61
11. Silase jerami jagung 61
12. Sapi bali 62
13. Rata-rata produksi jagung pipilan kering (ton ha^{-1}) 68
14. Rata-rata produksi segar limbah jagung (ton ha^{-1}) 69
15. Rata-rata produksi polong kering kacang tanah (ton ha^{-1}) 70
16. Rata-rata produksi segar limbah kacang tanah (ton ha^{-1}) 71
17. Rata-rata konsumsi bahan kering pakan (kg/ekor/hari) 79
18. Rata-rata pertambahan berat badan (kg/ekor/hari) 81
19. Rata-rata konversi pakan 83

1

PENDAHULUAN

Penduduk Indonesia setiap tahunnya terus mengalami peningkatan. Konsekwensi logisnya adalah disatu sisi tingkat kebutuhan akan pangan nabati maupun hewani juga ikut mengalami peningkatan, sementara di sisi lain pada daerah yang padat penduduk atau padat hunian, lahan-lahan produktif yang menjadi tumpuan masyarakat dalam meningkatkan produksi komoditi pangan dan non pangan semakin menyusut.

Laju penyusutan lahan pertanian di Indonesia kian cepat akibat fragmentasi lahan atau penyusutan kepemilikan lahan pertanian sebagai dampak dari aktivitas alih fungsi lahan. Aktivitas alih fungsi lahan dari lahan pertanian menjadi lahan non pertanian hampir terjadi di seluruh wilayah Indonesia. Selain itu kepemilikan lahan oleh petani relatif terbatas dengan jumlah kepemilikan lahan rata-rata 0,34 hektar setiap rumah tangga petani. Keadaan tersebut tentu berakibat pada aktivitas pengelolaan lahan yang semakin terdesak ke arah lahan-lahan marginal khususnya lahan kering yang memiliki permasalahan yang kompleks.

Menurut Reijntjes et al, 1999, bahwa aktivitas pengelolaan lahan pertanian dengan teknologi yang dikembangkan saat ini cenderung mengarah pada dua kutub yang berlawanan, yaitu : pertanian dengan input luar tinggi (revolusi hijau) dan pertanian dengan input luar rendah. Kedua teknologi yang dikembangkan ini ternyata pada akhirnya dapat memberikan dampak yang sangat berarti terhadap lingkungan usahatani. Selain itu dukungan negara (kekuasaan), lembaga international dan dukungan pasar yang cenderung berpihak pada sistem pertanian monokultur, homogen, uniform dengan penggunaan varietas baru yang responsif terhadap pupuk dan pestisida (Sukara, 2003) namun secara nyata telah

memberikan kontribusi terhadap kerusakan alam dan pengkerdilan sistem pertanian yang telah dikembangkan berdasarkan kearifan masyarakat tani. Rachel Carson dalam Silent Spring (1962), pernah mengingatkan bahwa sektor pertanian dihadapkan pada dua jalan bercabang, jalan yang satu yang telah ditempuh oleh petani selama ini adalah jalan tol yang mulus yang memungkinkan dapat memacu kecepatan tapi pada akhirnya menuju bencana sementara jalan lainnya adalah sangat sepi tapi hanya itulah yang akan membawa ke tujuan akhir pelestarian bumi ini.

Fenomena yang ada memberikan gambaran bahwa perlu ada upaya serius dan cerdas untuk mengembangkan pertanian yang tidak hanya berorientasi ekonomis semata, namun juga mempertimbangkan kelayakan sosial dan kelestarian lingkungan. Salah satunya adalah dengan menggunakan seluruh potensi pertanian yang ada baik tanaman pangan maupun peternakan dalam sebuah sistem yang terpadu. Pada sistem pertanian terpadu, ternak sebagai bagian integral dari sistem usahatani akan berperan memberikan kontribusi dalam penyediaan daging, kulit dan tulang sebagai produk utama dan produk samping berupa feces dan urin sebagai pupuk bagi tanaman. Sedangkan tanaman jagung berperan dalam menghasilkan selain biji jagung sebagai produk utama, tetapi juga menghasilkan produk samping berupa jerami jagung yang dengan teknologi sederhana dapat menjadi pakan ternak.

Hasil samping ternak sapi potong berupa feces dan urine yang sampai saat ini masih dianggap masalah karena dapat mencemari lingkungan, dengan inovasi yang sederhana dapat diubah menjadi kompos dengan nilai yang cukup besar. Penggunaan kompos pada lahan pertanian akan mendukung kelestarian lingkungan sekaligus mewujudkan pertanian organik yang berdaya saing tinggi (Badan Litbang Pertanian, 2000). Sistem usahatani yang dijalankan bisa saling mengisi dan bersinergi yang memberi hasil dan nilai tambah optimal. Pola integrasi ternak dengan tanaman pangan mampu menjamin keberlanjutan produktivitas lahan melalui kelestarian sumberdaya alam yang ada. Pola ini banyak dikembangkan di berbagai negara Asia dan oleh Diwyanto dan Haryanto, 2003. dikenal sebagai crop-livestock system (CLS).

Dalam upaya menerapkan sistem pertanian terpadu khususnya pada bagian mengintegrasikan tanaman jagung dengan ternak sapi potong, perlu tentunya dilakukan berbagai kegiatan yang mengarah pada pemanfaatan produk samping kedua komoditi yang diintegrasikan dan tentunya dengan berbagai aplikasi penggunaannya. Penggunaan pupuk kompos dari kotoran ternak misalnya, selama ini masih terbatas pada kajian tentang pemberian pupuk kompos dengan takaran yang berbeda dimana dosis 2,5 % - 3 % mampu memberikan produksi biji dan biomas segar jagung yang optimal, namun penggunaannya menyertakan penggunaan pupuk buatan sesuai dosis anjuran (Faesal et al. 2003). Sementara pemberian pupuk kompos dengan mengurangi penggunaan pupuk buatan guna mengukur efektifitas penggunaannya selama ini belum banyak dilaporkan. Penulis telah mencoba melakukan penelitian tentang efektifitas penggunaan pupuk kompos pada tanaman jagung dan kacang tanah dengan pola tumpangsari disertai dengan kajian defoliasi daun jagung di bawah tongkol sebagai upaya sinergi antara jagung dan kacang tanah dan upaya minimalisasi naungan yang hasilnya dijelaskan pada bab tersendiri dalam buku ini.

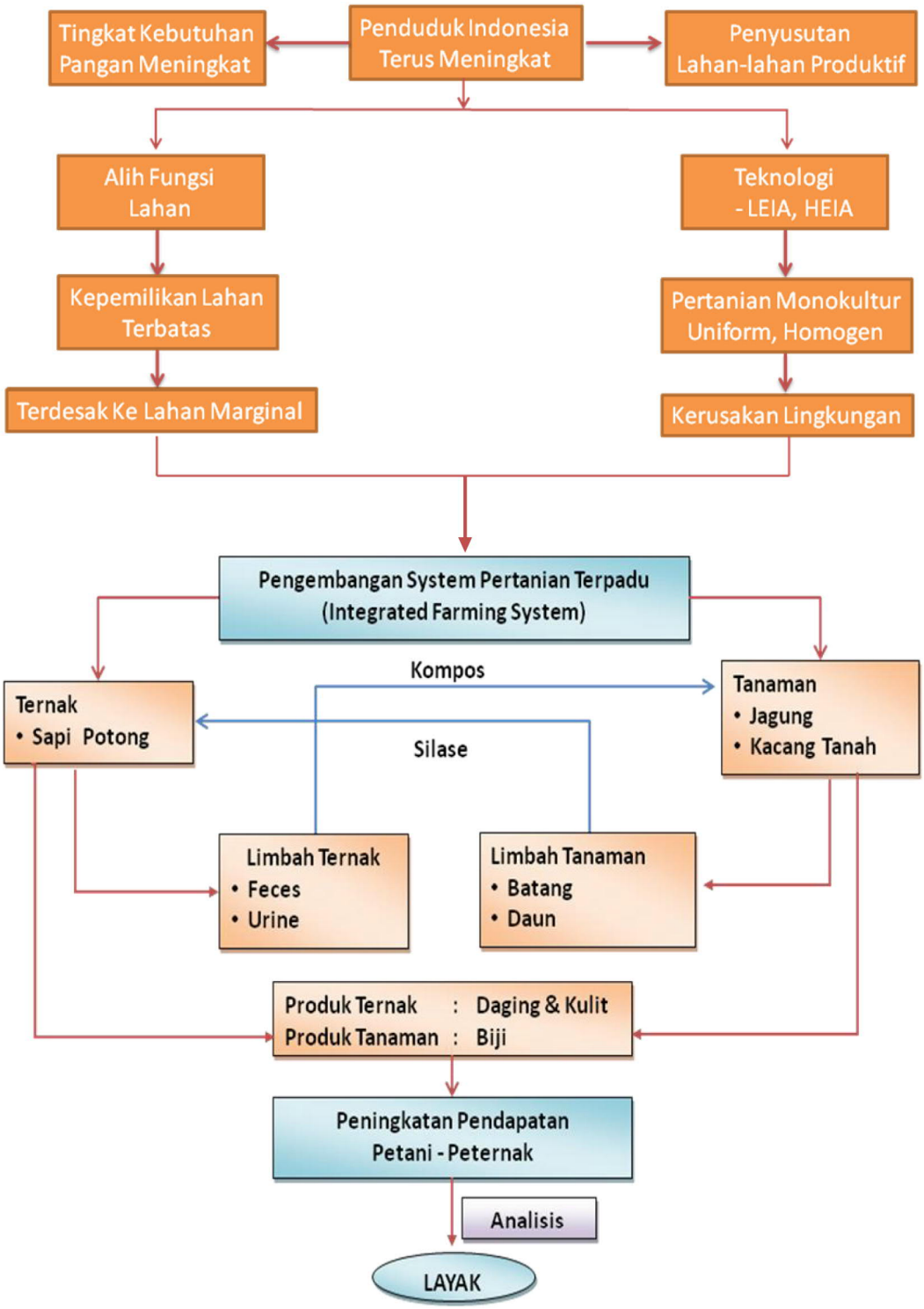
Jagung dan kacang tanah merupakan salah satu komoditas pertanian yang cukup potensial baik sebagai pangan maupun pakan. Tanaman jagung dan kacang tanah selain menghasilkan biji, juga menghasilkan limbah berupa batang, daun, dan kulit yang cukup melimpah saat musim panen. Limbah ini berpotensi sebagai pakan ternak terutama pada musim panen dan atau sebagai stok saat musim kemarau. Hasil samping tanaman jagung dan kacang tanah merupakan sumber bahan baku pakan lokal yang cukup tersedia sepanjang tahun. Penggunaan produk samping khususnya tanaman jagung berupa jerami jagung (daun dan batang) pemanfaatannya hanya sebatas pemberian jerami jagung lansung kepada ternak tanpa didahului dengan upaya pengolahan. Sudah menjadi rahasia umum bahwa ketersediaan pakan di wilayah kita khususnya Gorontalo dan umumnya di Indonesia masih menjadi kendala pengembangan ternak ruminansia. Kendala ini sebagian besar disebabkan oleh ketersediaan bahan pakan yang bersifat musiman, terkonsentrasi di suatu wilayah dan penerapan manajemen pengelolaan pakan yang kurang tepat dilakukan oleh peternak kita selama ini. Selain itu semakin

sempitnya lahan penanaman hijauan pakan akibat alih fungsi lahan menjadi kawasan pemukiman dan industri. Dampak berikutnya yang dirasakan oleh peternak adalah penurunan produktivitas ternaknya yang diakibatkan dari kesulitan menyediakan pakan berkualitas dengan harga terjangkau.

Permasalahan penyediaan pakan berkualitas dan kontinyu hanya bisa diselesaikan dengan sebuah sentuhan teknologi peyiapan pakan yang tidak hanya tahan simpan, tapi juga mengandung nutrien yang sesuai dengan kebutuhan ternak. Salah satunya adalah teknik silase dengan memanfaatkan sumber pakan lokal. Sistem pengolahan bahan baku pakan lokal selama ini melalui teknik pengeringan yang sangat tergantung dengan musim, sehingga kurang tepat untuk dikembangkan. Pemanfaatan silase bahan baku kombinasi hasil samping jagung dan kacang tanah dengan perbandingan tertentu selama ini belum banyak diaplikasikan oleh peternak di lapangan. Aplikasi penggunaan silses kombinasi hasil samping jagung dan kacang tanah dan pengaruhnya terhadap konsumsi, pertambahan bobot badan dan konversi pakan sapi potong juga dijelaskan pada bab tersendiri dalam buku ini.

Keberhasilan program pertanian dan peternakan di suatu daerah dan dalam upaya peningkatan pendapatan petani dan peternak dapat dilakukan melalui pengembangan pola integrasi antara sapi potong dengan tanaman jagung yang ditumpangsarikan dengan kacang tanah. Keterpaduan pengembangan sapi potong dengan tanaman jagung dan kacang tanah terjadi karena limbah pertanian jagung dan kacang tanah dapat diolah menjadi pakan ternak, sedang limbah ternak berupa kotoran dan sisa pakan dapat didekomposisi menjadi kompos untuk penyediaan sumber hara bagi tanaman jagung dan kacang tanah.

Kerangka Pikir



2

PERTANIAN TERPADU & BERKELANJUTAN

A. Sistem Pertanian Terpadu

Sistem pertanian terpadu merupakan system yang mengintegrasikan kegiatan pertanian, peternakan, perikanan, kehutanan dan ilmu lain yang terkait dengan pertanian dalam satu lahan secara selaras, serasi dan berkesinambungan. Selain itu, sistem pertanian terpadu juga dapat diartikan sebagai suatu system yang mengdaur ulang dengan menggunakan tanaman dan hewan sebagai mitra, menciptakan suatu ekosistem yang meniru cara alam bekerja. Pertanian terpadu pada hakekatnya merupakan pertanian yang mampu menjaga keseimbangan ekosistem di dalamnya sehingga aliran nutrisi (unsur hara) dan energi terjadi secara seimbang sehingga menghasilkan produktivitas tinggi dan keberlanjutan produksi tetap terjaga secara efektif dan efisien.

Sistem pertanian terpadu merupakan sistem pertanian yang selaras dengan kaidah alam dan dibangun dengan usaha melakukan keseimbangan di alam melalui pola hubungan yang saling menguntungkan. Pola hubungan ini memberikan dampak bagi keberlanjutan seluruh komponen ekosistem pertanian yang terintegrasi sekaligus peningkatan keanekaragaman hayati. Allah SWT telah menciptakan alam semesta ini sudah dalam keadaan seimbang dimana manusia yang ada di dalamnya sebagai Rahmatan Lil Alamin (Rahmat Bagi Seluruh Alam) memiliki tugas untuk mengelola seluruh potensi sumber daya alam dan lingkungan secara baik dan sesuai dengan kaidah-kaidah yang ada. Oleh sebab itu, untuk memenuhi kebutuhan hidup manusia akan pangan, maka alam mempunyai cara tersendiri. Adapun untuk menciptakan keseimbangan siklus energi (terutama

unsur hara) yang berkelanjutan serta untuk kepentingan konservasi air dan tanah dapat diupayakan melalui pemanfaatan limbah organik (Utomo, 2012).

Sistem pertanian terpadu adalah sebuah konsep pertanian yang sangat cocok untuk dikembangkan terutama pada lahan-lahan yang luas maupun lahan terbatas (sempit) yang dimiliki oleh petani. Umumnya pola yang digunakan yaitu pola intensifikasi lahan. Artinya, walaupun lahan yang dimiliki sempit, dengan pola seperti ini diharapkan akan memberikan dampak pada maksimalnya produksi. Selain itu, limbah yang dihasilkan dapat dimanfaatkan sehingga tidak ada yang terbuang percuma. Pada kepemilikan lahan yang lebih luas, konsep ini akan menjadi suatu solusi dalam pengembangan agribisnis pertanian yang lebih menguntungkan.

Pada sub sektor peternakan, sistem pertanian terpadu biasa pula disebut integrasi antara ternak sapi dengan tanaman pertanian yang merupakan keterpaduan antara kegiatan usaha pertanian dan peternakan. Pola ini sering disebut dengan pola peternakan tanpa limbah, karena limbah pertanian digunakan untuk pakan ternak, dan kotoran ternak digunakan sebagai pupuk yang sangat menunjang penyediaan pupuk kandang di lahan pertanian. Integrasi antara tanaman pertanian dangan ternak sapi dilakukan dengan maksud untuk memperbaiki kondisi kesuburan tanah dan yang paling penting adalah dalam rangka untuk memperoleh hasil usaha yang optimal.

Konsep integrasi antara tanaman dan ternak haruslah mendukung, melengkapi, dan saling menguntungkan, sehingga hasil usaha taninya dapat mencapai produksi yang maksimal sehingga pendapatan meningkatkan kesejahteraan petani. Utomo (2012) telah mengidentifikasi beberapa tujuan dari pola integrasi tanaman ternak ini yakni sebagai berikut.

1. Memperkenalkan kepada masyarakat khususny petan bahwa sistem pertanian terpadu sebagai pertanian yang lestari dimana lokasi tanah diperhatikan dan ditingkatkan untuk menjamin kelangsungan siklus yang berkesinambungan
2. Membentuk para petani agar menjadi mandiri dan peduli lingkungan serta memiliki kesadaran terhadap jatidirinya sebagai penjaga alam

3. Membentuk pola pikir maju dan pola hidup sederhana agar terjadi peningkatan taraf hidup dan kesejahteraan masyarakat yang adil dan merata dengan membangun kerjasama yang sejajar dalam memenuhi kebutuhan sektor pertanian
4. Membentuk suatu ikatan kerjasama dalam bentuk pertanian inti rakyat, serta memenuhi kebutuhan pasar akan makanan yang sehat dan bebas polusigun meningkatkan kualitas dalam persaingan.

Ciri utama integrasi tanaman ternak adalah adanya sinergisme yang saling bersimbiosis antara ternak dengan tanaman. Dalam hal ini petani dapat memanfaatkan kotoran ternak sebagai pupuk organik yang diberikan pada tanamannya, selanjutnya peternak dapat memanfaatkan limbah pertanian sebagai pakan ternak (Ismail dan Djajanegara, 2004). Pada model usaha peternakan sapi potong terpadu atau integrasi tanaman ternak ini, petani mampu mengatasi permasalahan kekurangan pakan dengan memanfaatkan limbah tanaman seperti jerami jagung, jerami padi, limbah kacang-kacangan, dan limbah pertanian lainnya. Limbah pertanian ini bisa menyediakan pakan berkisar 33,3% dari total rumput yang diberikan terutama pada musim kering (Kariyasa, 2003). Keunggulan dari adanya pemanfaatan limbah pertanian adalah mampu meningkatkan ketahanan pakan khususnya pada musim kering. Selain itu bisa menghemat tenaga kerja dalam kegiatan memelihara ternak seperti mencari rumput, sehingga memberi keuntungan yang besar bagi petani dalam rangka meningkatkan jumlah kepemilikan ternak yang dipelihara. Penggunaan kotoran sapi yang dibuat sebagai pupuk organic selain mampu menghemat penggunaan pupuk anorganik, juga sekaligus mampu memperbaiki struktur dan ketersediaan unsur hara tanah.

Model pertanian terpadu lainnya selain integrase ternak dengan tanaman pertanian adalah tumpang sari antara peternakan ayam dan balong ikan (longyam) dimana kotoran ayam yang terbuang dimanfaatkan sebagai pakan ikan, atau tumpang sari antara tanaman palawija dan peternakan, dimana sisa-sisa tanaman digunakan sebagai pakan ternak kambing atau sapi dan kotoran ternak digunakan sebagai pupuk kandang bagi pertanaman berikutnya. Model ini sejalan dengan apa

yang dikemukakan oleh Wididana (1999) dalam bukunya bahwa terdapat dua model sistem pertanian terpadu (*integrated agriculture management*), yaitu sistem pertanian terpadu konvensional yang banyak diterapkan oleh petani dan hanya mengandalkan proses dekomposisi biomassa alamiah yang berlangsung sangat lambat dan sistem pertanian terpadu dengan teknologi EM (*effective microorganisme*) yang mampu mempercepat proses pembusukan dan penguraian bahan-bahan organik menjadi unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman atau hewan.

Model sistem pertanian terpadu dengan teknologi EM adalah model yang memadukan budi daya tanaman, perkebunan, peternakan, perikanan, dan pengolahan daur limbah secara selaras, serasi, dan berkesinambungan. Budi daya tanaman yang dipilih adalah tanaman semusim dan tahunan, misalnya jagung, padi, palawija, buah-buahan, sayur-sayuran, cengkeh, kopi, kelapa, dan sebagainya. Kebutuhan input budi daya tanaman menggunakan prinsip penggunaan masukan luar rendah (*low external input*), misalnya penggunaan pupuk kimia dan pestisida seminimal mungkin atau bahkan tanpa menggunakan pupuk kimia dan pestisida sama sekali.

Dengan demikian dapat dikonkritkan bahwa konsep pertanian terpadu antara sapi potong dan tanaman pangan penting untuk digalakkan, mengingat sistem ini mampu meningkatkan usaha pertanian, peternakan dan perikanan serta dapat menunjang pola pertanian organik yang ramah lingkungan. Sapi potong merupakan salah satu komoditas penting yang perlu ditingkatkan secara terus menerus agar program swasembada daging nasional dapat tercapai. Pola pertanian terpadu antara sapi potong dengan tanaman pangan sangat penting untuk dikembangkan, khususnya pada tingkat petani. Ini dilakukan dalam rangka untuk peningkatan populasi ternak, peningkatan bobot badan ternak pada usaha penggemukan, maupun penigkatan produksi susu. Meningkatnya populasi ternak sapi otomatis akan berdampak pada ketersediaan pupuk kandang di lahan pertanian, sehingga program pertanian organik dapat terlaksana dengan baik, kesuburan tanah akan meningkat, pertanian bisa berkelanjutan, bahkan akan meningkatkan stabilitas ekonomi sistem usaha tani.

Sistem usaha tani ternak yang dikombinasikan dengan lahan-lahan pertanian harus disesuaikan dengan kondisi dan jenis tanaman pangan yang tersedia. Hal ini agar ternak tidak akan berkompetisi pada lahan yang sama. Pada lahan ini tanaman pangan menjadi komponen utama dan ternak menjadi komponen kedua. Pada sistem ini ternak dapat digembalakan pada lahan yang belum ditanami atau di pinggir lahan maupun pada lahan setelah pemanenan hasil sehingga ternak dapat memanfaatkan rumput, gulma, limbah tanaman pangan, semak dan hijauan pakan yang tumbuh di sekitar tempat tersebut. Sebaliknya, ternak mengeluarkan feses dan urin yang dapat bisa menjadi pupuk untuk memperbaiki struktur tanah sehingga akan mengembalikan kesuburan tanah melalui peningkatan unsur hara. Dasar pertimbangan dari program ini adalah kegiatan produksi pertanian tanaman pangan dan ternak dengan prinsip *zero waste*. Keterpaduan tanaman pangan dengan ternak ini diharapkan dapat menghemat penggunaan pakan ternak, pupuk dan lahan, serta biaya semurah mungkin sehingga produksi ternak dan tanaman yang dihasilkan lebih meningkatkan pendapatan petani.

Dengan sistem terpadu, terdapat siklus yang tidak terputus dan saling menguntungkan dari sub-bidang budi daya tanaman, perkebunan, peternakan, dan perikanan untuk jangka waktu yang panjang tanpa kekhawatiran terjadinya pencemaran zat beracun, karena semua input berasal dari dalam ekosistem sendiri. Sistem pertanian terpadu akan signifikan dampak positifnya dan memenuhi kriteria pembangunan pertanian berkelanjutan karena berbasis organik dan dikembangkan/diarahkan berbasis potensi lokal (sumberdaya lokal). Tujuan penerapan sistem tersebut yaitu untuk menekan seminimal mungkin input dari luar (input/masukan rendah) sehingga dampak negatif sebagaimana disebutkan di atas, semaksimal mungkin dapat dihindaridan berkelanjutan (Supangkat, 2009).

Sistem Pertanian Terpadu akan lebih handal apabila komponen penyusunnya merupakan sumberdaya lokal sehingga keberlanjutannya lebih terjamin. Misal, komponen tanaman bersumber dari varietas lokal karena varietas ini lebih responsif terhadap lingkungan tumbuhnya sehingga tidak memerlukan masukan energi tinggi dari luar dan lebih tahan atau lebih mampu menyesuaikan terhadap perubahan lingkungan yang terjadi (fisik, kimia, hayati maupun

ekonomi). Sedangkan, benih/bibit hibrida memiliki kelemahan, antara lain tidak mampu beradaptasi secara optimal dengan agroklimat lokal, menurunkan vigor dalam persilangan murni, seringkali benih hasil rekayasa tidak terbebas dari bibit hama dan penyakit dan menciptakan ketergantungan petani terhadap benih buatan pabrik setiap musim tanam (Goering, 1993 dalam Salikin, 2003).

B. Sistem Pertanian Terpadu Tanaman-Ternak Sebagai Model Pertanian Berkelanjutan (*Sustainable Agriculture*)

Konsep pertanian terpadu yang mengintegrasikan tanaman dan ternak , yang melibatkan tanaman dan ternak sudah sejak lama dipraktekkan oelh petani di Indonesia, sebenarnya telah diterapkan oleh petani di Indonesia sejak mereka mengenal pertanian. Pada tahun 1970-an mulai diperkenalkan sistem usahatani terpadu yang didasarkan pada hasil-hasil pengkajian dan penelitian, yang dimulai dengan penelitian "on-station multiple cropping" oleh Lembaga Pusat Penelitian Pertanian (LP3) di Bogor. Mulai saat itulah secara bertahap muncul istilah-istilah "pola tanam" (cropping pattern), "pola usahatani" (cropping system) sampai akhirnya muncul istilah "sistem usahatani" (farming systems), dan akhirnya "sistem tanaman-ternak" yang merupakan terjemahan dari crop-livestock system (CLS).

Menurut DEVENDRA (1993) seperti yang dilaporkan dalam bukunya bahwa ada delapan keuntungan penerapan CLS, yaitu (1) diversifikasi penggunaan sumberdaya produksi, (2) mengurangi terjadinya risiko, (3) efisiensi penggunaan tenaga kerja, (4) efisiensi penggunaan komponen produksi, (5) mengurangi ketergantungan energi kimia dan energi biologi serta masukan sumberdaya lainnya dari luar, (6) sistem ekologi lebih lestari dan tidak menimbulkan polusi sehingga melindungi lingkungan hidup, (7) meningkatkan output, dan (8) mengembangkan rumah tangga petani yang lebih stabil.

Pembangunan sektor pertanian dalam pelaksanaannya tidak dapat lagi menggunakan metode lama. Pembangunan sektor pertanian harus diubah sejalan dengan makin besarnya tantangan dan perubahan lingkungan strategis, baik yang internal maupun eksternal. Perubahan lingkungan eksternal, antara lain globalisasi teknologi dan informasi, liberalisasi perdagangan, dan

transformasi budaya antar bangsa sudah tidak terhindarkan. Demikian juga perubahan lingkungan internal, yaitu demokratisasi, desentralisasi, otonomi daerah, dan gejala disintegrasi. Pembangunan pertanian berarti pembaharuan penataan pertanian yang mampu berkontribusi dalam mengatasi kemiskinan atau dengan kata lain meningkatkan kesejahteraan mereka yang paling kurang beruntung di pedesaan (Salikin, 2003).

Sistem pertanian terpadu yang berkelanjutan dapat ditinjau dari tiga aspek yang saling berkaitan satu dengan lainnya, yaitu ekologi, ekonomi dan sosial. Secara aspek ekologi, sistem pertanian terpadu dapat menciptakan pertanian yang ramah lingkungan sehingga dapat menjadi solusi dalam mencegah menurunnya kesuburan lahan. Secara aspek ekonomi, dapat memberikan keuntungan. Salah satunya karena sistem pertanian terpadu merupakan konsep pemanfaatan maksimal sumber daya lahan. Sehingga dalam luas lahan tertentu mendapatkan keuntungan dari beberapa jenis usaha tani yang diusahakan dalam area tersebut. Sedangkan secara aspek sosial, system pertanian terpadu dengan konsep kearifan lokal yang mudah diterima oleh masyarakat (Apriyani, 2011).

Menurut Krisnamurthi (2006), abad ke-21 pertanian bagi negara-- negara yang sedang berkembang harus mampu menciptakan sistem pertanian yang memiliki produktivitas tinggi tetapi dengan *low cost input.* Pembangunan pertanian sebagai bagian integral dari pembangunan wilayah akan meningkatkan investasi di bidang usaha pertanian sehingga akan serasi dengan kesesuaian lahan, potensi pasar dan keadaan sosial ekonomi daerah. Di negara-negara berkembang termasuk Indonesia, dua tujuan yang ditetapkan harus sejalan dan seimbang yaitu peningkatan produksi dan produktivitas di satu pihak dan pencapaian keberlanjutan sistem produksi, peningkatan kesejahteraan petani dan pelestarian lingkungan di lain pihak yang memerlukan langkah terobosan dalam bidang penelitian. Tantangannya adalah menemukan kombinasi tanaman, hewan dan input yang mengarah pada produktivitas yang tinggi, keamanan produksi serta konservasi sumber daya yang relatif sesuai dengan keterbatasan lahan, tenaga kerja dan modal (Tiharso, 1992).

Dalam penentuan model sistem usaha tani tanaman–ternak, perlu memperhatikan potensi sumber daya lokal yang didukung oleh peningkatan dan penyebaran informasi inovasi teknologi. Menurut Pranadji (2000), sebagian besar usaha tani apapun lemah dalam modal dan penguasaan teknologi. Lemahnya kelembagaan usaha tani merupakan salah satu penyebab ketidakefisienan sistem usaha pertanian terpadu saat ini. Di bidang peternakan, masih kurangnya sumber-sumber penyebaran informasi teknologi, mengakibatkan rendahnya tingkat pengetahuan petani mengenai manajemen pemeliharaan ternak sapi (Zaenuri, *et.al*, 2003).

Perkembangan perekonomian masyarakat dapat dapat di dorong dengan penerapan sistem pertanian yang berkelanjutan. Umumnya para petani sangat siap menerima sistem pertanian berkelanjutan karena input yang digunakan telah tersedia di lingkungan alam sekitarnya. Bahkan sebelum mengenal intensifikasi pertanian dengan menggunakan pupuk dan pestisida kimia, para petani telah menerapkan sistem pertanian berkelanjutan ramah lingkungan, misalnya dengan menggunakan pupuk kandang. Petani yang masih memiliki pengetahuan tradisional, perlu dilakukan upaya pemberdayaan sehingga tingkat pengetahuan tentang pertanian berkelanjutan akan meningkat pula, serta memahami peluang dan tuntutan pasar yang menghendaki produk berkualitas dan ramah lingkungan. Dengan demikian, para petani dapat menghasilkan produk pertanian bernilai ekonomis tinggi sekaligus dapat menjaga kelestarian fungsi lingkungan (Jauhari, 2002).

Pertanian berkelanjutan (*sustainable agriculture*) adalah pertanian yang memiliki aktivitas pengelolaan sumber daya pertanian guna memenuhi kebutuhan manusia sehingga terjadi perubahan pola pikir untuk mempertahankan atau meningkatkan kualitas lingkungan serta melestarikan sumber daya alam. Dikatakannya, bahwa tujuan rumah tangga petani Dalam mengelola usaha taninya, rumah tangga petani memiliki tujuan dalam meningkatkan produktivitas, keamanan, identitas dan kesinambungan. Menurut Conway dalam Salikin (2003), bahwa perlu dilakukan kembali penataan integrasi kepada pemanfaatan ganda yang berwawasan ekosistem. Walaupun wawasan agro-ekosistem merupakan

pengelolaan yang kompleks dan rumit, akan tetapi ciri-ciri spesifik terpenting menyangkut empat pokok.

Empat sifat pokok tersebut adalah kemerataan (*eguitability*), keberlanjutan (*sustainability*), kestabilan (*stability*) dan produktivitas (*productivity*). Kemerataan merupakan penilaian tentang sejauh mana hasil suatu lingkungan sumber daya didistribusikan secara sederhana diantara masyarakat. Keberlanjutan dapat diberi pengertian sebagai kemampuan sistem sumber daya mempertahankan produktivitasnya, walaupun mendapat gangguan. Kestabilan merupakan ukuran tentang sejauh mana produktivitas sumber daya bebas dari keragaman yang disebabkan oleh fluktuasi faktor lingkungan. Produktivitas adalah ukuran sumber daya terhadap hasil fisik ekonominya.

Empat macam model sistem pertanian berkelanjutan yang dapat digunakan dan dilaksanakan, yaitu sistem pertanian terpadu, sistem pertanian organik, sistem pertanian masukan luar rendah dan sistem pengendalian hama terpadu (Salikin, 2003). Beberapa alternatif yang dapat dikemukakan dalam upaya mewujudkan pertanian berkelanjutan melalui pertanian terpadu adalah dengan cara: sistem tanam ganda, komplementari hewan ternak dan tumbuhan, usaha terpadu peternakan dan perkebunan, *agroforestry*, pemeliharaan dan peningkatan sumber daya genetik dan pengelolaan hama terpadu yang sedang gencar-gencarnya dicanangkan oleh Departeman Pertanian adalah pola usaha tani terpadu dalam berbagai bentuk program antara lain Sistem Integrasi Padi-Ternak (SIPT), agropolitan atau berbagai sistem keterpaduan dengan sub sektor lain.

Pemberian paket bantuan ternak kepada kelompok petani oleh Departemen Pertanian bertujuan agar petani disamping memperoleh kotoran untuk pupuk tanaman juga para petani memperoleh keuntungan dari hasil penambahan berat badan ternak sapi yang dipeliharanya sehingga diharapkan para petani tersebut memperoleh penambahan pendapatan (Direktorat Pengembangan Peternakan, 2003).

C. Pengembangan Sistem Pertanian Terpadu Berbasis Zero Waste

Sebagaimana telah diuraikan di atas bahwa system pertanian terpadu merupakan system pertanian yang mampu mewujudkan pembangunan pertanian berkelanjutan dan diharapkan mampu menghambat laju alih fungsi lahan. Namun, beberapa hal masih menjadi permasalahan dalam pengembangan system pertanian terpadu sehingga belum dapat berkembang secara optimal dan meluas di masyarakat petani. Beberapa hal yang dimaksud, antara lain: (1) Belum dipahaminya system pertanian terpadu secara benar oleh berbagai pihak (petani maupun fasilitator); (2) Tingkat hasil dan produktivitas system pertanian terpadu belum meyakinkan petani pada umumnya; (3) Model system pertanian terpadu yang dikembangkan belum sesuai dengan kondisi ekosistemnya; (4) Integrasi vertikal dan horisontal belum didasarkan pada potensi lokal; (5) Keberadaan Integrator dalam system pertanian terpadu belum diperhatikan; (6) Belum ada kajian secara komprehensif dan integralistik berkaitan dengan system pertanian terpadu; (7) Kebijakan pembangunan pertanian belum mendukung secara jelas pengembangan system pertanian terpadu.

Berangkat dari permasalahan di atas maka dalam pengembangan system pertanian terpadu perlu dipertimbangkan azas-azas pembangunan pedesaan, yaitu azas kebutuhan masyarakat, swadaya, edukatif, partisipatif, potensi lokal, integralistik dan keterbukaan.

1. Inovasi Zero Waste Dalam Pertanian Terpadu

Usaha peternakan sapi, dengan skala lebih besar dari 20 ekor dan relative terlokalisasi akan menimbulkan masalah terhadap lingkungan (SK.Mentan. No.237/Kpts/RC410/ 1991 tentang batasan usaha peternakan yang harus melakukan evaluasi lingkungan). Populasi sapi di Indonesia terus meningkat mencapai 11.231.000 ekor pada tahun 2006 dan limbah yang dihasilkan pun akan semakin banyak. Satu ekor sapi dengan bobot badan 300–400 kg dapat menghasilkan limbah padat dan cair sebesar 20-35 kg/ekor/hari.

Soehadji (1992) menyatakan, bahwa limbah peternakan umumnya meliputi semua kotoran yang dihasilkan dari suatu kegiatan usaha peternakan, baik berupa limbah padat dan cairan, gas, ataupun sisa pakan. Limbah peternakan

adalah semua buangan dari usaha peternakan yang bersifat padat, cair dan gas. Limbah padat merupakan semua limbah yang berbentuk padatan atau dalam fase padat (kotoran ternak, ternak yang mati atau isi perut dari pemotongan ternak). Limbah cair adalah semua limbah yang berbentuk cairan atau berada dalam fase cair (air seni atau urine, air pencucian alat-alat). Sedangkan limbah gas adalah semua limbah yang berbentuk gas atau berada dalam fase gas.

Menurut Juheini dan Sakryanu (1998), sebanyak 56,67 persen peternak sapi membuang limbah ke badan sungai tanpa pengelolaan, sehingga terjadi pencemaran lingkungan. Pencemaran ini disebabkan oleh aktivitas peternakan, terutama berasal dari limbah yang dikeluarkan oleh ternak yaitu feses, urine, sisa pakan, dan air sisa pembersihan ternak dan kandang. Adanya pencemaran oleh limbah peternakan sapi sering menimbulkan berbagai protes dari kalangan masyarakat sekitarnya, terutama rasa gatal ketika menggunakan air sungai yang tercemar, di samping bau yang sangat menyengat. Pengelolaan limbah yang kurang baik akan menjadi masalah serius pada usaha peternakan sapi. Sebaliknya bila limbah ini dikelola dengan baik dapat memberikan nilai tambah.

Salah satu upaya untuk mengurangi limbah adalah mengintegrasikan usaha tersebut dengan beberapa usaha lainnya, seperti penggunaan suplemen pada pakan, usaha pembuatan kompos, budidaya ikan, budidaya padi sawah, sehingga menjadi suatu sistem yang saling sinergis. Upaya memadukan tanaman, ternak dan ikan di lahan pertanian memiliki manfaat ekologis dan ekonomis. Laju pertumbuhan produktivitas usaha pertanian merupakan interaksi di antara berbagai faktor yang ada dalam system usahatani. Sebagai upaya bagi peningkatan sistem usahatani diperlukan teknologi alternatif untuk memperbaiki produktivitas lahan dan meningkatkan pendapatan petani, antara lain melalui teknologi sistem usaha peternakan yang menerapkan konsep produksi bersih.

Bapedal (1998) menyatakan bahwa produksi bersih merupakan suatu strategi pengelolaan lingkungan yang bersifat preventif dan terpadu yang perlu diterapkan terus menerus pada proses produksi dan praproduksi, sehingga mengurangi risiko terhadap manusia dan lingkungan. Produksi bersih tidak hanya menyangkut proses produksi, tetapi juga menyangkut pengelolaan seluruh daur

hidup produksi, yang dimulai dari pengadaan bahan baku dan pendukung, proses dan operasi, hasil produksi dan limbahnya sampai ke distribusi serta konsumsi. Semua industri di seluruh dunia semakin menyadari keuntungan yang dapat diperoleh dari produksi bersih dan mereka telah mengembangkan program tersebut di perusahaannya. Strategi produksi bersih yang telah diterapkan di berbagai negara menunjukkan hasil yang lebih efektif dalam mengatasi dampak lingkungan dan juga memberikan beberapa keuntungan

Keuntungan yang dimaksud menurut Bapedal (1998), antara lain a). Penggunaan sumberdaya alam menjadi lebih efektif dan efisien; b). Mengurangi atau mencegah terbentuknya bahan pencemar; c). Mencegah berpindahnya pencemaran dari satu media ke media yang lain; d). Mengurangi terjadinya risiko terhadap kesehatan manusia dan lingkungan; e). Mengurangi biaya penaatan hukum; f). Terhindar dari biaya pembersihan lingkungan (clean up); g). Produk yang dihasilkan dapat bersaing di pasar internasional; h). Pendekatan pengaturan yang bersifat fleksibel dan sukarela. Berdasarkan permasalahan dan konsep produksi tersebut, maka penelitian ini perlu dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui manfaat daur hidup sistem usahatani tersebut dan mengetahui berapa besar zat pencemar yang dihasilkan dapat diminimisasi. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan gambaran tentang sistem usaha peternakan yang menerapkan produksi bersih, sekaligus sebagai informasi dan masukan bagi pemerintah dan swasta dalam pengembangan sistem usaha peternakan yang ramah lingkungan.

2. Prospek Penerapan Sistem Zero Waste

Zero Waste telah dikembangkan di beberapa daerah dan Negara dengan model system yang bervariasi. Model yang banyak berkembang antara lain adalah tanaman pangan (padi & palawija), tanaman perkebunan (tebu) dengan ternak sapi potong dan pemeliharaan ikan (lele, gurami, nila). Inovasi teknologi untuk mendukung model tersebut antara lain meliputi: (1). Teknologi penyimpanan/pengolahan limbah pertanian (jerami jagung) untuk produksi pakan; (2). Teknologi pembuatan pupuk organik; (3).Teknologi pengolahan kotoran sapi untuk produksi biogas skala rumah tangga; (4).Teknologi pengawetan hijauan

(jerami jagung dan jerami kacang tanah) dalam bentuk silase; dan (5). Teknologi berkaitan dengan manajemen usaha tani-ternak.

Teknologi Pengolahan Jerami untuk Pakan

Petani dan peternak sapi sebagian telah mengenal teknologi tersebut, baik teknologi keseluruhan maupun sebagian untuk mendukung system. Teknologi pengawetan jerami telah dipraktekkan, terutama di wilayah peternakan sapi. dengan kondisi iklim yang kering bahkan lebih maju dengan skala ekonomi yang lebih besar yang mampu menyimpan jerami dalam jumlah besar di gudang-gudang besar yang dimiliki.

Teknologi Pengolahan Pupuk Organik dari Kotoran Ternak Sapi

Demikian halnya dengan teknologi pengolahan pupuk sudah berkembang dibeberapa daerah. Pembuatan pupuk kompos dilakukan dengan menggunakan starter mikroba. Perusahaan peternakan mempunyai komitmen besar untuk mendukung pertanian organic, dengan memproduksi pupuk kompos dari kotoran sapi. Pihak perusahaan telah menjadikan sawah di wilayah sekitarnya sebagai daerah percontohan dengan pemupukan menggunakan pupuk kompos selama tiga tahun untuk mengembalikan kondisi tanah yang terlanjur rusak dengan pupuk organik. Formula yang digunakan adalah 5 – 4 – 3, yakni pemupukan tahun pertama 5 ton perhektar, tahun kedua 4 ton, tahun ketiga 3 ton, dan selanjutnya dipertahankan dalam kisaran 1 – 2 ton perhektar pertahun. Hasil panen terbukti meningkat pada tahun kedua dan tanpa penggunaan pupuk organic dengan hasil yang lebih baik secara kualitatif, maupun produktifitas sampai saat ini.

Pengembangan Biogas

Proyek pengembangan biogas merupakan bagian dari pengembangan sapi potong. Model biogas yang dikembangkan adalah fixdome dari bahan beton dengan kapasitas 20 m3, dengan kebutuhan kotoran dari sekitar 10 ekor sapi. Dalam perkembangannya program ini tidak berkembang disebabkan karena kandang kelompok berkapasitas 20 ekor yang mendukung program tersebut tidak difungsikan oleh peternak setelah berakhirnya program. Perkembangan biogas selanjutnya mulai ramai sejak tahun 2006. Karena teknologi yang lebih sederhana, sehingga model ini banyak di kembangkan oleh pemerintah daerah dan

masyarakat di berbagai daerah. Pada tahun 2007 dan model terakhir paling banyak dipakai, karena model ini sangat praktis dalam perakitan, ukurannya dapat dengan mudah disesuaikan dengan bahan dan kondisi lingkungan serta daya tahan yang tinggi, mencapai 15 tahun. Potensi pengembangan Biogas di Indonesia masih cukup besar. Hal tersebut mengingat populasi ternak cukup besar, antara lain populasi sapi 11 juta ekor, kerbau 3 juta ekor dan kuda 500 ribu ekor. Setiap 1 ekor ternak sapi/kerbau dapat dihasilkan + 2 m3 biogas per hari. Potensi ekonomis Biogas adalah sangat besar, hal tersebut mengingat bahwa 1 m biogas dapat digunakan setara dengan 0,62 liter minyak tanah. Jadi, dengan populasi ternak besar nasional yang mencapai 16.000.000 ekor akan mampu memproduksi gas yang setara dengan 20 juta liter perhari. Potensi Limbah Pertanian sebagai Pakan Pengembangan ternak ruminansia sangat tergantung pada ketersediaan pakan hijauan. Pakan hijauan dapat diperoleh dari berbagai sumber diantaranya padang penggembalaan, penanaman hijauan makanan ternak di lahan khusus, dan pemanfaatan limbah pertanian berupa jerami.

Pemanfaatan limbah pertanian sebagai salah alternatif sumber hijauan merupakan salah langkah yang dapat ditempuh. Hal ini didasarkan pada potensi yang dimiliki, yakni produksinya yang sangat besar setiap tahun dan pemanfaatan yang masih kurang. Produksi limbah pertanian adalah perhitungan produksi jerami dari usaha pertanian komoditi penting seperti tanaman jagung, kacang tanah, kacang kedele, kacang hijau dan ubi kayu.

D. Sistem Pertanian Masukan Luar Rendah

Reijntjes *et. all.* (1999) dalam bukunya yang berjudul "Pertanian Masa Depan" secara lugas dan komprehensif membahas pertanian berkelanjutan dengan menggunakan input luar rendah atau populer dengan istilah LEISA (*Low External Input Sustainable Agriculture*). Metode LEISA mengacu pada bentk-bentuk pertanian sebagai berikut.

a. Optimalisasi pemanfaatan sumber daya lokal yang ada dengan mengombinasikan berbagai macam komponen sistem usaha tani, yaitu tanaman, ternak, ikan, tanah, air, iklim, dan manusia sehingga saling melengkapi dan memberikan sinergi yang paling besar.

b. Pemanfaatan input luar dilakukan hanya bila diperlukan untuk melengkapi unsur-unsur yang kurang dalam agroekosistem meningkatkan sumber daya biologi, fisik, dan manusia. Dalam pemanfaatan input luar, perhatian utama diberikan pada mekanisme daur ulang dan minimalisasi kerusakan lingkungan.

Metode LEISA Tidak bertujuan memaksimalkan produksi dalam jangka pendek, namun untk mencapai tingkat produksi yang stabil dan memadai dalam jangka panjang. LEISA berupaya memperthankan dan sedapat mungkin meningkatkan potensi sumber daya alam sert memanfaatkannya secara optimal. Pada prinsipnya, hasil produksi yang keluar dari sistem atau dipasarkan harus diimbangi dengan tambahan unsur hara yang dimasukkan kedalam sistem tersebut.

Sebagaimana dikatakan oleh Francis dan King (1988), sistem pertanian yang berkelanjutan harus dibangun dengan pondasi sumber daya yang dapat diperbaharui yang berasal dari lingkungan usaha tani dan sekitarnya. Pengklasifikasian sumber daya internal dan eksternal akan sangat membantu dalam memahami dan mengembangkan pertanian dengan model LEISA. Sekalipun implementasi model LEISA secara empiris lebih luas daripada sistem pertanian organik, namun pergeseran dari sistem pertanian industrial kesistem pertanian hemat energi membutuhkan proses penyadaran dan penyesaian yang tidak mudah dan dalam waktu yang lama. Denan model LEISA, kekhawatiran penurunan produktivitas secara drastis dapat dihindari, sebagai penggunaan input-input luar masih diperkenankan, sebagai hal tersebut sungguh-sungguh penting atau mendesak dan tidak ada pilihan lain. Model LEISA masih menjaga koleransi keseimbangan antara pemakaian input interrnal dan eksternal, misalnya penggunaan pupuk organik diimangi dengan pupuk TSP, pemakaian pestisida hayati dilakukan bersama-sama dengan pestisida sistesis, teknologi spesifik lokalitas disandingkan dengan teknologi canggih, dan sebagainya.

Conway (1987) menyarankan beberapa contoh teknologi pertanian yang potensial untk mendukung sistem pertanian berkelanjutan antara lain sebagai berikut.

a. Tumpang sari (*intercroping*). Pertumbuhan dua tanaman atau lebih secara bersama-sama pada satu lahan akan memberikan banyak keuntungan, antara lain optimalisasi pemanfaatan unsur hara karena masing-masing tanaman akan memanfaatkan unsur hara yang berbeda, adanya interaksi saling menguntungkan antar tanaman, penghambatan pertumbuhan gulma karena adanya interaksi antartanaman, serta pengendalian hama.
b. Rotasi tanaman. Sebagaimana pola tumpang sari, pertumbuhan dua tanaman atau lebih secara bergiliran pada satu lahan juga banyak memberikan manfaat.
c. Agroforestri. Agroforesti merupakan pola tanam tumpang sari antara tanaman tahunan, khususnya tanaman hutan, dan tanaman semusim, misalnya tanaman pangan atau obat-obatan. Tanaman tahunan mampu menyimpan banyak air dan menghasilkan humus dari serasah dedaunan, serta memberikan naungan bagi tanaman semusim. Sebaliknya tanaman semusim mampu menahan laju erosi permukaan tanah.
d. *Silvi-pastur*. *Silvi-pastur* merupakan perpaduan antara tanaman hutan atau kayu-kayuan rerumputan hijauan pakan ternak sehingga konservasi lebih terjamin dan kebutuhan hijauan pakan ternak tercukupi tanpa merusak lingkungan.
e. Pupuk hijau (*green manuring*). Tumpang sari tanaman leguminosa dengan tanaman budidaya akan memberikan keuntungan mutualistik melalui proses fiksasi nitrogen yang terjadi secara sempurna serta menjaga stabilitas kesuburan tanah.
f. Konservasi lahan (*conservation tillage*). Sistem oleh tanah minimum (OTM) atau tanpa olah tanah (TOT) merupakan cara konservasi praktis untuk mempertahankan kesuburan tanah dan menghindari erosi, serta pencucian unsur hara.
g. Pengendalian bilogi (*biological control*). Pengendalian biologi adalah pengunaan musuh-musuh alami, parasit, dan predator untuk memberantas hama. Musuh alami ini dapat dikembangkan dari dalam ataupun luar agroekosistem.

h. Penelolaan hama terpadu (*intregrated pest management*). Pengelolaan ama terpadu merupakan perpaduan pengelolaan hama baik secara hayati, mekanik, dan kimiawi, dengan mengutamakan pengendalian hama daripada pemberantasan hama secara selektif.

3

PUPUK ORGANIK & POLA TUMPANGSARI

A. Potensi dan Kendala Lahan Kering

Lahan kering adalah lahan dimana pemenuhan kebutuhan air tanaman tergantung sepenuhnya pada air hujan dan tidak pernah tergenang air sepanjang tahun. Istilah yang biasa dipergunakan untuk pertanian lahan kering adalah pertanian tanah darat, tegalan, ladang, tadah hujan, dan huma. Dengan demikian pertanian lahan kering adalah system usahatani yang dilaksanakan di atas lahan tanpa irigasi, dimana kebutuhan air sangat bergantung pada curah hujan.

Berdasarkan data-data yang ada menunjukkan bahwa potensi lahan kering untuk pengembangan pertanian sangat besar. Di sisi lain, luas lahan kritis terus meningkat dari tahun ke tahun. Di Indonesia saat ini telah mencapai 23.242.831 ha, sedangkan yang mampu direhabilitasi oleh pemerintah hanya 3,02 %. Luasan tersebut tentu saja dapat terus meningkat karena tekanan penduduk dan salah kelola. Kondisi tersebut tentunya sangat memprihatinkan kita semua, karena lahan yang menjadi tumpuan untuk kehidupan kita dan anak cucu kita menjadi " tidak ramah lagi" .

Pada umumnya sistem pertanian di lahan kering belum dipahami secara mendalam, sedangkan keragaman ekosistemnya cukup kompleks. Kendala lingkungan, kondisi sosial ekonomi masyarakat, serta keterbatasan sentuhan teknologi yang adaftif mengakibatkan kualitas, produktivitas dan stabilitas sistem usahatani yang ada masih terbatas (Guritno, 1997). Kerusakan fungsi lahan sebagai media tumbuh, seperti pekanya tanah terhadap erosi, miskinnya unsur hara, terbatasnya kandungan bahan organik, merupakan faktor-faktor yang berkaitan dengan persoalan biofisik, di lain pihak petani lahan kering merupakan

petani yang tergolong marginal yang ditandai dengan pendapatan dan pendidikan rendah, keterampilan terbatas, dan terbatasnya pelaksanaan konservasi pada lahan usahataninya (Salahuddin dan Ladamay, 1997). Hal tersebut sebenarnya adalah masalah-masalah klasik di kalangan petani lahan kering, oleh karena itu perlu penanganan secara optimal, terencana dan berkelanjutan.

Ketersediaan dan kecukupan lahan garapan (cultivated lands) akan menjadi faktor penting dalam mendukung kecukupan penyediaan produksi untuk ketahanan pangan nasional dalam jangka waktu 15 tahun mendatang (RPJM) dan 40 tahun mendatang (RPJP). Kebutuhan pangan merupakan fungsi dari jumlah penduduk, tingkat pendapatan dan karakteristik sosial-ekonominya. Apabila pertumbuhan penduduk sekitar 1,28% pertahun maka diperlukan penambahan produksi bahan pangan minimal 1,3% pertahun, guna mencapai tingkat ketahanan pangan (Badan Litbang Pertanian, 2010).

Penambahan produksi pangan saat ini banyak mengandalkan dari hasil peningkatan produktivitas lahan sawah. Namun demikian peningkatan produktivitas tidak dapat berlangsung secara terus menerus. Lahan yang kini tingkat produktivitasnya telah tinggi sukar ditingkatkan lagi produktivitasnya. Di sisi lain konversi lahan sawah menjadi lahan perkebunan dan lahan non pertanian masih terus berlangsung. Penggantian lahan sawah yang telah terkonversi oleh lahan baru di luar Pulau Jawa yang umumnya tergolong lahan sub optimal tidak dapat menggantikan sepenuhnya produksi tanaman pangan dari lahan yang terkonversi. Selain itu pencetakan lahan sawah baru di luar Pulau Jawa berjalan lambat diantaranya karena terkendala ketersediaan air irigasi yang memadai. Untuk itu diperlukan lahan baru untuk pengembangan tanaman pangan yang umumnya berupa lahan rawa dan lahan kering. Lahan kering yang saat ini masih memungkinkan dapat dikembangkan untuk pengembangan tanaman pangan adalah lahan kering beriklim basah maupun lahan kering beriklim kering.

Lahan kering didefinisikan sebagai hamparan lahan yang tidak pernah tergenang atau digenangi air pada sebagian besar waktu dalam setahun atau sepanjang waktu. Daratan Indonesia dengan luas 188,2 juta ha, 25,09 juta ha diantaranya tergolong lahan potensial untuk tanaman pangan lahan kering

(Puslitbangtanak-Badan Litbang Pertanian, 2000). Lahan potensial untuk tanaman pangan lahan kering adalah "Lahan yang secara biofisik, terutama dari aspek topografi/lereng, iklim, sifat fisika, kimia dan biologi tanah sesuai atau cocok dikembangkan untuk tanaman pangan lahan kering". Dalam hal ini, sesuai atau cocok berarti lahan tersebut secara teknis agronomis mampu mendukung pertumbuhan tanaman secara optimal. Jika lahan tersebut dikelola dengan baik tidak akan mengganggu kelestarian sumberdaya dan lingkungan. Lahan potensial belum mempertimbangkan aspek sosial dan hukum, seperti kepemilikan dan peruntukan, namun sudah mempertimbangkan penetapan kawasan konservasi dan hutan lindung. Tujuan dari tulisan ini adalah untuk memberikan informasi tentang potensi, kendala perluasan areal serta strategi pemanfaatan lahan kering untuk pengembangan tanaman pangan lahan kering dalam upaya untuk memenuhi kebutuhan pangan di masa yang akan datang.

Potensi, Peluang dan Kendala Perluasan Areal Pertanian Lahan Kering

Potensi Lahan Kering

Data potensi sumberdaya lahan merupakan salah satu informasi dasar yang dibutuhkan untuk pengembangan pertanian khususnya perluasan areal tanaman pangan. Informasi ini memberikan gambaran tentang luasan, distribusi, tingkat kesesuaian lahan, faktor pembatas, dan alternatif teknologi yang dapat diterapkan. Analisis potensi sumberdaya yang dilakukan menggunakan beberapa karakteristik lahan seperti tanah, bahan induk, bentuk wilayah, iklim, dan ketinggian tempat. Lahan-lahan yang sesuai untuk budidaya tanaman pangan dikelompokkan menjadi dua kelompok agroekosistemnya, yaitu untuk lahan basah (padi sawah) dan lahan kering (padi gogo, jagung dan kedelai). Pengelompokan lahan tersebut, secara garis besar ditentukan oleh bentuk wilayah dan kelas kelerengan. Tanaman pangan lahan basah diarahkan pada lahan dengan bentuk wilayah datar-berombak (lereng kurang dari 8%) dan mempunyai drainase buruk, sedangkan untuk tanaman pangan lahan kering diarahkan pada lahan dengan bentuk wilayah datar-bergelombang (lereng < 15) dan mempunyai drainase baik. Namun pada kenyataannya, banyak lahan datar-bergelombang digunakan untuk tanaman

tahunan/perkebunan, dan sehingga tanaman pangan (tegalan) tersisihkan dan banyak diusahakan di lahan berbukit hingga bergunung.

Daratan Indonesia seluas 188,2 juta ha, sekitar 50% atau 94,1 juta ha tergolong lahan potensial untuk pengembangan pertanian tanaman semusim maupun tahunan. Sebagian dari areal tersebut berfungsi sebagai hutan konservasi atau hutan lindung yang tidak dapat dialihfungsikan ke penggunaan lain (Puslitbangtanak, 2000). Luas areal yang sesuai untuk pengembangan tanaman pangan lahan kering diperkirakan mencapai luas 25,09 juta ha, terdiri dari lahan yang sesuai untuk tanaman pangan lahan kering beriklim basah seluas 22,86 juta ha, dan tanaman pangan lahan kering beriklim kering seluas 2,23 juta ha.

Dari seluruh lahan kering yang sesuai untuk tanaman pangan, sebagian besar sudah digunakan untuk berbagai penggunaan, baik untuk pertanian maupun non pertanian. Lahan kering yang sekarang masih berupa alang-alang, semak belukar, hutan yang dapat dikonversi dan areal penggunaan lain (APL), dapat dianggap sebagai lahan untuk perluasan areal pertanian.

B. Pupuk Organik

Bahan dasar pupuk organik, baik dalam bentuk kompos maupun pupuk kandang dapat berasal dari limbah pertanian, seperti : jerami dan sekam padi, kulit kacang tanah, ampas tebu, belotong, batang jagung dan bahan hijauan lainnya. Sedang kotoran ternak yang banyak dimanfaatkan adalah kotoran sapi, kerbau, kambing, ayam, itik dan babi (Sutanto, 2002). Selanjutnya dikatakan bahwa pupuk organik (pupuk kandang) merupakan bahan pembenah tanah yang paling baik dibanding bahan pembenah lainnya. Nilai pupuk yang dikandung pupuk organik pada umumnya rendah dan sangat bervariasi, misalkan unsur nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K) tetapi juga mengandung unsur mikro esensial lainnya.

Menurut Anwar (2003) permasalahan utama dari kotoran ternak bila dimanfaatkan sebagai sumber hara pada tanaman pangan adalah rendahnya kandungan hara dan masih tingginya nilai C/N. Untuk mempercepat dekomposisi kotoran ternak dapat diberikan kapur dan probiotik. Pemberian probiotik (kumpulan mikroba pengurai) diharapkan mampu mempercepat proses

pematangan kotoran ternak sehingga menjadi pupuk kandang yang siap pakai. Menurut Jones dalam Anwar (2003) bahwa kualitas kotoran ternak dipengaruhi oleh jenis/macam ternak, umur, makanan, fungsi ternak, alas kandang dan pengelolaan kotoran ternak.

Sutedja (1995) menyatakan bahwa pemberian pupuk organik merupakan usaha untuk memperbaiki agregasi tanah dan untuk kesuburan tanah, dimana faktor yang perlu diperhatikan dalam pemberian pupuk organik antara lain tingkat kekurangan hara, kemasaman tanah, kelembaban tanah, kandungan bahan organik dan kemampuan tanaman untuk menyerap unsur hara. Ini sejalan dengan apa yang dikatakan oleh Sutanto (2002) bahwa sebagai bahan pembenah tanah, pupuk organik membantu dalam mencegah terjadinya erosi dan mengurangi terjadinya retakan tanah, juga pemberian pupuk organik mampu meningkatkan kelembapan tanah dan memperbaiki pengaturan dakhil (internal drainage).

Yassi (2002) menyatakan bahwa dengan pemberian berbagai pupuk organik, pupuk kandang sapi dengan dosis 4 ton/ha memberikan hasil terbaik pada tanaman kedelai dibandingkan dengan pemberian pupuk kandang ayam, kascing dan kompos. Sementara pemberian pupuk organik/kompos ditambahkan dengan methanol meningkatkan hasil tanaman kedelai (Nirwana, 2002). Percobaan yang dilakukan Sutanto dan Utami (1995) di tanah kritis dengan memanfaatkan beberapa jenis kompos untuk tanaman kacang tanah dan jagung, ternyata memperoleh hasil yang lebih baik daripada menggunakan pupuk kimiawi sesuai dengan dosis anjuran.

Manfaat Pupuk Organik

Menurut Musnamar (2003) dan Suriawiria (2002) pupuk organik mempunyai berbagai manfaat, antara lain adalah sebagai berikut.

1. Meningkatkan kesuburan tanah Pupuk organik mengandung unsur hara makro (N, P, K) dan mikro (Ca, Mg, Fe, Mn, Bo, S, Zn dan Co) yang dapat memperbaiki struktur dan porositas tanah. Pemakaian pupuk organik pada tanah liat akan mengurangi kelengketan sehingga mudah diolah, sedang pada tanah berpasir dapat meningkatkan daya ikat tanah terhadap air dan udara. Bahan organik dapat bereaksi dengan ion logam membentuk senyawa

kompleks sehingga ion-ion logam yamg bersifat racun terhadap tanaman atau menghambat penyediaan unsur hara misalnya Al, Fe dan Mn dapat berkurang (Setyorini, 2005).

2. Memperbaiki kondisi kimia, fisika dan biologi tanah Kehadiran pupuk organik akan menyebabkan terjadinya sistem pengikatan dan pelepasan ion dalam tanah sehingga dapat mendukung pertumbuhan tanaman. Kemampuan pupuk organik untuk mengikat air dapat meningkatkan porositas tanah sehingga memperbaiki respirasi dan pertumbuhan akar tanaman. Pupuk organik merangsang mikroorganisme tanah yang menguntungkan, misal rhizobium, mikoriza dan bakteri.
3. Aman bagi manusia dan lingkungan Pemakaian pupuk organik tidak menimbulkan residu pada hasil panen sehingga tidak membahayakan manusia dan lingkungan.
4. Meningkatkan produksi pertanian Berbagai penelitian menunjukkan pengaruh positif kompos terhadap pertumbuhan dan produksi pertanian. Kompos dapat meningkatkan produksi jagung, mentimun, kobis, wortel, cabe dan semangka (Roe, 1998). Kompos tandan kosong kelapa sawit meningkatkan produksi jeruk dan tomat (Anonim, 2003). Basri (2008) melaporkan bahwa pupuk organik solid meningkatkan produksi padi dari 3-3,6ton GKG/ha menjadi 9,6ton GKG/ha. Pemberian sludge cair limbah biogas dari kotoran sapi juga dapat meningkatkan berat kering jagung pipilan lebih dari 50% dibandingkan pemakaian pupuk kimia (Febrisiantosa dkk., 2009). Pupuk organik juga meningkatkan produksi kacang tanah dan sawi masing-masing 25 dan 21% (Nurhikmat dkk., 2009).
5. Mengendalikan penyakit-penyakit tertentu Penyakit busuk akar pada tanaman bunga yang disebabkan oleh Phytophthora sp dapat diberantas dengan kompos yang mempunyai C/N rasio tinggi seefektif dengan penggunaan fungisida (Hoitink dkk., 1991). Kompos juga menghambat penyakit Fusarium sp. (Hoitink dkk., 1997). Ekstrak kompos pada konsentrasi 5- 15% dapat menghambat pertumbuhan jamur patogenik (R. lignosus, S. rolfsii, C. gloeosporioides dan F. oxysporum). Bakteri B. subtilis yang ditambahkan

pada proses pengomposan juga dapat mengendalikan penyakit akar gada pada kubis (Tombe, 2003).

Karakteristik Pupuk Organik

Pupuk organik dapat dibuat dari berbagai jenis bahan, antara lain sisa tanaman (jerami, brangkasan, tongkol jagung, bagas tebu, sabut kelapa), serbuk gergaji, kotoran hewan, limbah media jamur, limbah pasar, rumah tangga, dan pabrik serta pupuk hijau. Oleh karena bahan dasar pembuatan pupuk organik sangat bervariasi, maka kualitas pupuk yang dihasilkan sangat beragam sesuai dengan kualitas bahan dasar dan proses pembuatannya.

Sangat penting untuk membuat kriteria dan seleksi terhadap bahan dasar pupuk organik untuk mengawasi mutunya. Bahan dasar yang berasal dari sisa tanaman dapat dipastikan sedikit mengandung bahan berbahaya seperti logam berat misalnya Pb, Cd, Hg, dan As. Pupuk organik serta pupuk kandang, limbah industri, dan limbah kota cukup mengkhawatirkan karena disinyalir banyak mengandung bahan berbahaya logam berat dan asam-asam fenolat yang dapat mencemari lingkungan dan meracuni tanaman. Beberapa bahan berbahaya ini justru terkonsentrasi dalam limbah cair dan produk akhir pupuk selama proses pengomposan. Untuk itu sangat diperlukan aturan untuk menyeleksi penggunaan bahan dasar pupuk organik yang mengandung bahan-bahan berbahaya dan beracun (B3).

Komposisi hara dalam pupuk organik sangat tergantung dari sumber asal bahan dasar. Menurut sumbernya, pupuk organik dapat diidentifikasi berasal dari kegiatan pertanian dan nonpertanian. Dari pertanian dapat berupa sisa panen dan kotoran ternak, sedangkan dari non pertanian dapat berasal dari sampah organik kota, limbah industri, dan sebagainya (Tan 1993).

Kotoran hewan yang berasal dari usaha tani antara lain adalah ayam, sapi, kerbau, babi, dan kambing. Komposisi hara pada masing-masing kotoran hewan sangat bervariasi tergantung pada umur hewan, jumlah, dan jenis makanannya. Secara umum, kandungan hara dalam kotoran hewan lebih rendah dari pada pupuk anorganik. Oleh karena itu, dosis pemberian pupuk kandang jauh lebih besar dari pada pupuk anorganik. Selain sebagai sumber hara, pupuk organik

berfungsi juga sebagai pembenah tanah. Pupuk kandang selain mengandung hara-hara yang dibutuhkan oleh tanaman juga mengandung asam-asam humat, fulvat, hormon tumbuh, dan lain-lain yang bersifat memacu pertumbuhan tanaman sehingga serapan hara oleh tanaman meningkat (Stevenson 1994).

Komposisi hara dalam sisa tanaman sangat spesifik dan bervariasi, tergantung dari jenis tanaman. Pada umumnya rasio C/N sisa tanaman bervariasi dari 80:1 pada jerami gandum hingga 20:1 pada tanaman legum. Sekam padi dan jerami mempunyai kandungan silika sangat tinggi namun berkadar nitrogen rendah. Sisa tanaman legum seperti kacang kedelai dan kacang tanah, mengandung nitrogen cukup tinggi. Jerami padi, tandan kosong kelapa sawit, kentang, dan ubi jalar mengandung kalium yang tinggi. Kandungan Ca tanaman yang tinggi dijumpai diantaranya pada tanaman kacang tanah.

Kandungan unsur kimia dan logam berat dari limbah cair industri sangat bervariasi tergantung jenis industri. Limbah dari industri makanan relatif rendah logam beratnya, namun uji mutu tetap perlu dilakukan untuk menjamin kualitas limbah. Limbah dari peternakan umumnya mengandung hara lebih tinggi dan sedikit logam berat, sehingga dapat digunakan sebagai pupuk organik.

Komposisi fisika, kimia, dan biologi pupuk organik sangat bervariasi dan manfaatnya bagi tanaman tidak secara langsung terlihat, serta respon tanaman relatif lambat. Pupuk organik diperlukan dalam dosis yang relatif tinggi (minimal 2t ha-1 MT-1). Selain mempunyai fungsi sebagai sumber hara dan pembenah tanah, terdapat dampak negatif yang harus diwaspadai dari penggunaan pupuk organik diantaranya adalah: a) penggunaan pupuk organik dengan bahan yang sama secara terus menerus dapat menimbulkan ketidakseimbangan hara; b) penggunaan kompos yang belum matang dapat mengganggu pertumbuhan dan produksi tanaman; dan c) kemungkinan adanya kandungan logam berat yang melebihi ambang batas.

C. Penanaman Pola Tumpangsari

Tumpangsari (intercropping) adalah salah satu bentuk pola tanam ganda (multiple cropping) yakni penanaman dua atau lebih tanaman ditanam pada suatu lahan yang sama secara simultan. Pola ini meliputi antara lain pola tanam

campuran (mixed intercropping), pola tanam bersisipan (relay intercropping), pola tanam barisan (row intercropping), pola tanam jalur (strip intercropping), pola tanam sela (interculture), dan pola tanam tumpang tangga (multistory cropping).

Penanaman dengan sistem tumpang sari di negara-negara berkembang termasuk Indonesia masih terus dikembangkan, karena melalui sistem tersebut akan terjaga keseimbangan biologis, penganekaragaman hasil tanaman, mengurangi resiko kegagalan panen, membantu meningkatkan keuntungan dan stabilitas pendapatan petani per satuan luas tiap satuan waktu. Disamping itu sistem ini lebih aman dari sistem tunggal dalam situasi pertanian marginal, kesuburan tanah rendah, persediaan air yang tidak menentu dan tingkat input yang rendah. Tanaman ganda juga berperan untuk mencegah erosi karena mampu dengan cepat vegetasi menutup tanah, menghemat air tanah lebih besar dibanding dengan sistem pertanaman tunggal (Arifin, 1988), dan dapat meningkatkan efisiensi penggunaan lahan dan waktu pada musim tanam berbeda (Kadekoh, 2003).

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa hasil total tanaman tumpangsari umumnya lebih tinggi dibandingkan dengan pola tunggal (monocropping), namun hasil masing-masing jenis tanaman menurun. Menurunnya hasil tanaman yang dikombinasikan tersebut terutama karena adanya kompetisi (suatu proses partisi sumber daya lingkungan yang terdapat dalam keadaan kurang yang disebabkan oleh kebutuhan serentak dari individu-individu tanaman melalui mana mereka saling mengurangi pertumbuhan dan kapasitas produksinya) diantara bagian tanaman atau diantara species tanaman. Untuk itu teknologi budidaya tanam tumpangsari yang dikembangkan harus selalu mengacu pada minimalisasi kompetisi terhadap berbagai faktor tumbuh, baik kompetisi antara spesies tanaman yang sama (intra specific competition), kompetisi antara bagian tanaman (inter plant competition) dan kompetisi antara spesies tanaman yang berbeda (inter specific competition).

Untuk memaksimalisasi hasil dalam sistem tumpangsari beberapa alternatif yang dapat dilakukan antara lain: (1) defoliasi dan detasseling, (2)

pemilihan kombinasi jenis tanaman, (3) pengaturan populasi/jarak tanam, dan (4) penentuan waktu tanam relatif.

1. Defoliasi

Pada tumpangsari yang berbeda habitusnya, penanaman tanaman dengan populasi tinggi hingga batas tertentu, daun yang satu dengan yang lain dalam satu tanaman dapat saling menaungi (mutual shading), sehingga daun-daun bagian bawah menerima radiasi yang sangat rendah, laju fotosintesis daun tersebut dapat lebih rendah dibandingkan dengan laju respirasi, daun demikian disebut daun parasit (Brown, 1988), karena tidak bertindak sebagai sumber (source) tetapi sebagai pengguna (sink). Jika daun parasit jumlahnya cukup banyak, maka hasil tanaman akan menurun, karena terjadi kompetisi antara bagian tanaman untuk memperoleh asimilat. Selain itu, penurunan hasil dapat pula terjadi pada tanaman lain yang berada pada bagian bawah, karena naungan tanaman yang berhabitus lebih tinggi.

Defoliasi tanaman yang lebih tinggi dalam sistem tumpangsari merupakan salah satu alternatif untuk meningkatkan radiasi yang diterima tanaman yang lebih rendah. Melalui defoliasi, pengaruh negatif dan efek shading dapat dikurangi, karena Indeks Luas Daun (ILD) berkurang akibatnya radiasi yang diteruskan dan diterima oleh tanaman yang lebih rendah makin meningkat. Apabila defoliasi dilakukan pada bagian bawah tanaman, di samping meningkatkan radiasi yang diterima tanaman yang lebih rendah, juga dapat menyebabkan sirkulasi udara (CO2 dan 02) dan iklim mikro lainnya (suhu dan kelembaban) menjadi lebih baik sehingga memberikan kondisi ingkungan yang kondusif bagi tanaman untuk pertumbuhan dan perkembangannya. Pelaksanaan defoliasi sebaiknya diakukan pada saat penaungan mulai berpengaruh negatif terhadap pertumbuhan tanaman, misalnya untuk kacang tanah periode kritis terhadap naungan adalah 20% (Kadekoh, 2003).

Penurunan hasil dapat juga terjadi karena penaungan oleh bunga jantan dan kompetisi antara bunga jantan dan tongkol (inter-plant competition). OIeh karena itu selain defoliasi, manipulasi karakteristik tajuk tanaman dapat juga dilakukan dengan membuang bunga jantan (detasseling) setelah periode

penyerbukan, sehingga kompetisi antara bagian tanaman dapat dikurangi, laju fotosintesis ditingkatkan, dan pada gilirannya meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanarnan.

Defoliasi yang tepat, selain memperbaiki pertumbuhan tanaman yang didefoliasi dan meningkatkan pertumbuhan tanaman yang berada di bagian bawah juga dapat menghasilkan hijauan untuk memenuhi kebutuhan pakan ternak atau pupuk organik.

2. Pemilihan jenis tanaman

Interaksi antara komponen tumpangsari tergantung dari proporsi kontak antara bagian tanaman. Penanaman dengan jarak komersial menyebabkan terjadinya kontak bagian tanaman, baik di bawah maupun di atas tanah. Pada kepadatan sama, proporsi kontak akan berbeda tergantung varietas yang ditanam, karena varietas yang berbeda, sifat morfologi dan penyebaran akarnya berbeda. Mekanisme interaksi antara komponen tergantung pula pada faktor tumbuh yang menjadi subyek kompetisi (Trenbath. 1983).

Kompetisi terhadap cahaya dipengaruhi oleh kanopi tanaman yang ditumpangsarikan. Tingkat kompetisi dipengaruhi oleh luas daun, ketebalan daun dan kedudukan atau sudut daun. Kompetisi tanaman di bawah tanah terutama air dan unsur hara, tergantung antara lain pada jumlah dan distribusi akar dari komponen tumpangsari yang tumpang tindih. Hasil total tanaman tumpangsari akan lebih tinggi bila tepat dalam pemilihan kombinasi tanaman yang ditumpangsarikan. Untuk itu varietas yang digunakan sebaiknya mempunyai plastisitas dan fleksibilitas yang tinggi, artinya varietas tersebut memberikan hasil yang stabil pada interval yang luas dari populasi tanaman dan kehilangan hasil tidak signifikan pada berbagai proporsi tanaman. Hal ini karena populasi yang rendah dikompensasi oleh berat biji per tanaman yang tinggi (Beets, 1982).

3. Jarak Tanam dan Populasi Tanaman

Pengaturan tanaman adalah salah satu faktor yang sangat menentukan pertumbuhan dan hasil tanaman tumpangsari. Hasil komunitas tanaman adalah fungsi dari hasil pertanaman dan jumlah tanaman per satuan luas (Beets, 1982). Jumlah tanaman dari genofipe tertentu dapat menguntungkan bergantung pada

sumberdaya lingkungan. Pada saat sumber daya yang tersedia terbatas maka populasi tanaman rendah. Bila sumberdaya berlebih, populasi optimum dapat ditingkatkan. Umumnya produksi setiap satuan luas tinggi tercapai dengan populasi tinggi, akan tetapi pada akhirnya penampilan masing-masing tanaman secara individu menurun karena persaingan unsur cahaya dan faktor tumbuh lainnya. Respon hasil biji persatuan luas dengan meningkatnya kepadatan tanaman adalah parabolik, namun pada tanaman ternaungi, tidak ada peningkatan hasil meskipun kepadatan ditingkatkan (Hashemi-Dezfouli dan Herbert, 1992).

4. Waktu Tanam Relatif.

Tumpangsari tidak selalu ditanam serempak, tanamannya dapat diatur bergiliran untuk memperoleh keuntungan hasil yang tinggi dalam sistem tumpangsari. Hal yang harus dipertimbangkan adalah sensivitas tanaman terhadap kompetisi selama siklus kehidupan dari spesies yang ditumpangsarikan. Sebagian besar tanaman sensitif pada periode transisi antara perkembangan vegetatif dan generatif. Hal tersebut penting untuk diketahui agar pengaruh kompetisi dapat diminimumkan selama periode pertumbuhan masing-masing spesies.

Manipulasi waktu relatif penanaman tanaman yang dikelompokkan merupakan alternatif untuk menghindari puncak kebutuhan terhadap faktor-faktor tumbuh pada waktu yang sama dalam siklus pertumbuhannya untuk spesies tanaman berbeda, sehingga kompetisi di antara tanaman dapat ditekan. Untuk meningkatkan efisiensi penggunaan lahan dan waktu (Area Time Equievalent Ratio) pada sistem tumpangsari maka pengaturan waktu relatif tanaman perlu dipadukan dengan usaha manipulasi karakteristik kanopi tanaman yang berhabitus lebih tinggi, dan pengaturan populasi tanaman agar tanaman yang dikelompokkan tersebut dapat memanfaatkan faktor-faktor pertumbuhan (unsur hara, cahaya dan air) secara optimal.

Introduksi Teknologi Tumpangsari

Pengolahan tanah dikerjakan saat hujan pertama mulai turun. Saat ini musim hujan kadang kurang jelas jatuhnya, namun sebagai perkiraan bisa pada bulan Oktober sampai awal Nopember. Pengolahan tanah ini dilakukan agar tanah menjadi gembur. Selain membuat tanah menjadi gembur, pengolahan tanah akan

dapat menghilangkan gulma. Pengolahan tanah dilakukan dengan dicangkul sedalam 10-15 cm, kemudian dicacah sambil membuang gulma yang ada dan yang terakhir dibuat guludan. Arah guludan sebaiknya menghadap ke barat-timur dengan lebar guludan antara 170-180 cm. Antara dua guludan dibuat saluran selebar 20-30 cm untuk mengalirkan air, agar saat hujan tanah tetap dalam keadaan atus sehingga akar tanaman jagung maupun kacang tanah tidak tergenang. Pada pola tumpangsari jagung dan kacang tanah, diatur dimana jagung sebagai tanaman pokok dan kacang tanah sebagai tanaman sela. Benih jagung yang akan ditanam adalah jagung komposit (bersari bebas) varietas Bisma berlabel yang sudah diberi seed treatment. Lubang tanam dibuat dengan tugal sedalam 2-3 cm, dengan jarak antar barisan tanaman 200 cm, sedangkan jarak dalam barisan adalah 40 cm. Kebutuhan benih jagung setiap hektar lahan dengan pola tumpangsari adalah 15 kg (2 benih tiap lubang tanam), sehingga populasi tanaman jagung dalam 1 ha lahan adalah 25.000 batang. Sedangkan untuk kacang tanah yang akan ditanam adalah kacang tanah varietas Jerapah, varietas ini mempunyai biji 2 dalam setiap polong. Jarak tanaman kacang tanah adalah 25 x 25 cm, sehingga dalam setiap guludan terdapat 1 baris tanaman jagung dan 5 baris tanaman kacang tanah. Populasi tanaman kacang tanah dalam 1 ha kurang lebih 100.000 tanaman atau sekitar 70% dibanding pola monokultur. Kebutuhan benih kacang tanah untuk setiap 1 ha lahan dengan pola tumpangsari dengan jagung adalah 50 kg biji kering (1 benih tiap lubang tanam).

Perawatan atau pemeliharaan tanaman meliputi beberapa kegiatan antara lain penyulaman, penyiangan dan pembumbunan. Penyulaman sebaiknya dilakukan agar tidak ada spot-spot kosong yang akan diisi oleh gulma bila tidak dilakukan penyulaman. Penyulaman untuk tanaman jagung dilakukan antara 4-7 hari setelah tanam, sedangkan untuk kacang tanah antara 5-10 hari setelah tanam. Sebaiknya penyulaman tidak terlalu lama melakukannya.

Penyiangan dan pembumbunan dilakukan paling tidak sebanyak dua kali atau menyesuaikan dengan kondisi gulma, bila memang gulma tumbuh dominan dapat dilakukan penyiangan lagi. Penyiangan pertama dilakukan pada saat tanaman berumur 15 hari, sedangkan penyiangan yang kedua dilakukan setelah

tanaman berumur 30 hari sebelum dilakukan pemupukan susulan. Pada penyiangan kedua ini sekaligus dilakukan pembumbunan yaitu dengan menggemburkan tanah dan menikkan tanah ke sekitar batang. Untuk kacang tanah sebaiknya dilakukan pembumbunan sekali lagi yaitu pada saat tanaman selesai berbunga sekitar 40 hari setelah tanam.

Pengendalian hama penyakit dimaksudkan agar kesehatan tanaman dapat terjaga sehingga tanaman dapat tumbuh dan berkembang dengan baik. Pengendalian hama maupun penyakit dengan menggunakan pestisida sebaiknya dilakukan dengan bijaksana, karena bahan kimia ini selain membunuh hama tetapi juga sekaligus membunuh predatornya juga. Jadikanlah pestisida sebagai pilihan yang mempunyai spektrum sempit. Pada jagung yang sering dijumpai adalah penyakit bulai untuk hamanya adalah penggerek daun penghisap daun.

Gambar 1. Tumpang sari tanaman jagung dan kacang tanah

D. Jagung

1. Karakteristik tanaman

Dalam taksonomi, tanaman jagung digolongkan kedalam ordo : Tripsaceae, family : Poaceae, sub family : Paniciodae, genus; Zea dan species: zea mays L. Tanaman jagung berakar serabut, menyebar ke samping dan ke bawah sepanjang 25 cm. Akar menyebar pada lapisan olah tanah. Bentuk system perakaran jagung sangat bervariasi (Suprapto dan Marzuki, 2004).

Tanaman jagung dapat tumbuh di berbagai daerah dengan iklim berbeda mulai daerah beriklim sedang sampai daerah beriklim subtropis/tropis yang basah, jagung dapat tumbuh di daerah yang terletak antara 0 – 50^0 LU dan 0 – 40^0 LS dan tersebar dari dataran rendah sampai ketinggian 2000 m dpl. Juga dikatakan

bahwa jagung tidak membutuhkan persyaratan tanah yang khusus, hampir berbagai macam tanah dapat diusahakan untuk pertanaman jagung. Jagung yang ditanam pada tanah gembur, subur dan kaya akan humus dapat memberikan hasil yang baik. Draenase dan aerasi yang baik serta pengelolaan yang baik akan memberikan produksi yang baik (Rukmana, 1997).

Daun jagung tumbuh melekat pada buku-buku batang berstruktur yang terdiri atas 3 bagian yaitu kelopak daun, lidah daun, dan helai daun. Jumlah daun rata-rata 12 – 18 helai, dan panjang daun jagung bervariasi antara 30 – 150 cm dan lebar 4 – 15 cm dengan ibu tulang daun yang keras. Tepi helai daun halus dan kadang-kadang berombak (Efendi dan Sulistiawati, 1991). Jumlah daun tergantung varietas dan umur tanaman jagung. Jagung berumur genjah biasanya memilki jumlah daun sedikit, sedangkan yang berumur dalam berdaun lebih banyak (Anonim, 1993).

Fungsi secara umum daun jagung yaitu (1) memberikan peredaran yang bebas dari oksigen diseluruh bagian daun, (2) melepaskan jumlah air yang berlebihan yang di absorbsi oleh akar, (3) membentuk makanan dari mineral-mineral dan air yang di ambil dari tanah dengan karbon dan oksigen yang diperoleh energi dari matahari sehingga proses pertumbuhan dapat berjalan (Efendi dan Sulistiawati, 1991). Daun tanaman jagung mempunyai peranan penting dalam pertumbuhan tanaman, utamanya pengaruh dalam menentukan produksi, sebab pada daun terjadi beberapa aktivitas yang sangat mendukung proses perkembangan tanaman (Anonim, 1993).

Biji jagung terletak pada tongkol (jenggel) yang tersusun memanjang. Pada tongkol/jenggel tersimpan biji-biji jagung yang menempel erat, sedangkan pada buah jagung terdapat rambut-rambut yang memanjang hingga keluar dari pembungkus (kelobot). Perkembangan biji dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain varietas tanaman, tersedianya kebutuhan makanan di dalam tanah dan faktor lingkungan. Angin panas dan kering dapat mengakibatkan tepung sari tidak keluar dari pembungkus atau tidak tumbuh sehingga penyerbukan terganggu (Anonim, 1993).

2. Jenis dan varietas jagung

Tabel 1. Deskripsi tanaman jagung

No	Deskripsi	Keterangan
1	Varietas	Lamuru
2	Umur panen	90 - 95 hari
3	Batang	Tegap
4	Warna batang	Hijau
5	Tinggi tanaman	± 190 cm (160 - 210 cm)
6	Daun	Panjang
7	Warna daun	Hijau
8	Keragaman tanaman	Agak seragam
9	Perakaran	Baik
10	Malai	Semi kompak
11	Tongkol	Panjang dan silindris
12	Tinggi letak tongkol	± 90 cm (85 - 110 cm)
13	Kelobot	Tertutup dengan baik
14	Tipe biji	Mutiara
15	Warna biji	Kuning
16	Baris biji	Lurus
17	Jumlah baris/tongkol	12 - 16 baris
18	Bobot 1000 biji	275 gr
19	Rata-rata hasil	5,6 t/ha
20	Potensi hasil	7,6 t/ha
21	Ketahanan	Cukup tahan terhadap penyakit bulai dan karat

Plasma nutfah tanaman jagung yang tumbuh di dunia mempunyai banyak jenis atau varietas. Para ahli botani mengidentifikasi keragaman genetik tanaman jagung ke dalam ras-ras. Identifikasi ras-ras jagung secara besar-besaran yang pertama dilakukan di Meksiko. Penelitian yang sama juga dilakukan di Amerika Serikat. Di Benua Amerika telah tercatat 276 ras jagung, tetapi ras-ras jagung yang asli telah diganti dengan varietas atau hibrida-hibrida baru (Rukmana, 1997).

Produktivitas jagung ditentukan oleh interaksi antara varietas dengan faktor lingkungan. Varietas unggul jagung dapat dikelompokkan menjadi dua golongan besar, yaitu : varietas bersari bebas (open pollinated) dan varietas hibrida (hybrid). Varietas srikandi dan lamuru merupakan varietas bersari bebas, dimana benihnya dapat digunakan terus menerus pada setiap penanaman. Benih ini berasal dari tongkol tanaman yang sesuai varietas bersangkutan. Secara umum varietas bersari bebas dapat dibagi dua golongan, yaitu varietas sintetik dan komposit. Benih varietas komposit berasal dari campuran plasma nutfah yang telah mengalami perkawinan acak, sementara benih varietas sintetik berasal dari campuran dua atau lebih galur perkawinan sendiri (Widyastuti dan Adisarwanto, 2005).

3. Pupuk nitrogen

Nitrogen merupakan unsur hara utama bagi pertumbuhan tanaman, umumnya sangat diperlukan untuk pembentukan atau pertumbuhan bagian-bagian vegetatif tanaman, seperti daun, batang dan akar. Pemupukan nitrogen memegang peranan penting dalam meningkatkan produksi jagung. Awal pertumbuhan tanaman jagung, akumulasi N relatif lambat, dan setelah tanaman berumur empat minggu, akumulasi N sangat cepat. Saat bunga jantan muncul, tanaman jagung telah mengabsorpsi 50% N dari seluruh kebutuhannya (Subandi dkk, 1988).

Keberadaan unsur N pada tanaman jagung dalam jumlah besar, berakibat yang kurang baik bagi tanaman itu sendiri. Tanda-tanda kelebihan N terlihat pada warna daun yang hijau gelap dan pertumbuhan vegetatif yang berlebihan, hingga tanaman tampak lemah, sehingga masa berbunga terlambat dan jumlah bunga yang dihasilkan sedikit dan berakibat pada produksi yang rendah. Tanaman jagung yang kekurangan unsur N akan memperlihatkan pertumbuhan yang kerdil dan daun berwarna hijau kekuning-kuningan yang berbentuk huruf V dari ujung daun menuju tulang daun dan dimulai dari daun bagian bawah. Selain itu, tongkol jagung yang terbentuk kecil dan kandungan protein dalam biji rendah (Rosliana dan Hilman, 2002).

E. Kacang Tanah

1. Karakteristik tanaman

Dalam taksonomi, tanaman kacang tanah digolongkan kedalam ordo : Leguminales, family : Popilionaceae, genus : Arachis dan species : Arachis hypogeae L. (Rukmana, 1998). Perakaran kacang tanah banyak, dalam, dan berbintil. Panjang akarnya dapat mencapai 2 m. Daun kacang tanah beranak empat helai daun. Setelah terjadi penyerbukan, ginofor akan tumbuh dari dasar bunga. Ginofor ini akan terus tumbuh secara geotropisme (menuju tanah). Setelah menembus tanah dan mencapai kedalaman 2—7 cm, ginofor tumbuh mendatar, membengkak, dan membentuk polong. Panjang ginofor tergantung pada letak/jarak bunga dengan permukaan tanah. Biasanya jika panjangnya Iebih dari 15 cm, ginofor akan berhenti tumbuh (Purwono dan Purnamawati, 2002).

Di Indonesia, kacang tanah cocok ditanam di dataran rendah yang berketinggian di bawah 500 meter di atas permukaan laut (dpl). Iklim yang dibutuhkan adalah bersuhu tinggi (panas) antara 28ºC – 32ºC, sedikit lembab, curah hujan 800 mm – 1300 mm per tahun, tempat terbuka dan musim kering. Tanaman kacang tanah membutuhkan keadaan tanah yang berstruktur ringan, seperti tanah regosol, andosol, latosol, dan alluvial. Tanah berstruktur ringan (remah) menguntungkan bagi tanaman kacang tanah karena buah (polong) mudah menembus tanah, bakal buah (gynopora) mudah masuk ke dalam tanah, perkembangannya normal dan memudahkan pemanenan. Tanah yang mudah becek (berdrainase jelek) menyebabkan akar dan polong kacang mudah busuk dan sebaliknya tanah yang terlalu kering menyebabkan tanaman tumbuh kerdil bahkan gagal membentuk polong (Rukmana, 1998).

2. Jenis dan varietas kacang tanah

Tabel 2. Deskripsi tanaman kacang tanah

No	Deskripsi	Keterangan
1	Varietas	Lokal/gajah
2	Umur Panen	100-110 hari
3	Batang	Berdiri tegak
4	Daun	Hijau muda
5	Bunga	Kuning
6	Gynofor	Ungu atau keunguan
7	Polong	Sedikit berlekuk, berurat agak kasar dan pelatuk kurang jelas
8	Biji	Merah jambu
9	Ketahanan	Tahan penyakit layu bakteri
10	Umur berbunga	± 30 hari
11	Bobot 1000 biji	462 gr
12	Daya hasil	1,2 - 1,8 ton/ha polong kering
13	Persentase Polong kering/biji	60 % - 70 %

Kacang tanah yang dibudidayakan di Indonesia dibedakan menurut tipe pertumbuhan dan umur tanaman. Dari segi tipe tanaman, dikenal adanya kacang tanah yang bertipe tegak yang tumbuh lurus atau sedikit miring keatas, buahnya terdapat pada ruas-ruas dekat rumpun, umumnya berumur pendek (genjah), dan kemasakan buahnya serempak dan kacang tanah bertipe menjalar yang tumbuh ke

arah samping, batang utama berukuran panjang, buah terdapat pada ruas-ruas yang berdekatan dengan tanah, dan umumnya berumur panjang (Rukmana, 1998).

Varietas unggul yang dibudidayakan para petani biasanya bertipe tegak dan berumur pendek (genjah). Vanietas yang paling lama dikenal adalah Gajah dan Banteng. Beberapa varietas yang saat ini banyak ditanam, antara lain Kelinci, Jerapah, Anoa, Tapir, Panter, Kacang Garuda Tiga, dan Kacang Garuda Dua. Varietas unggul kacang tanah ditandai dengan daya hasil yang tinggi dan stabil, umur pendek (85-90) hari, tahan terhadap penyakit utama (karat dan bercak daun) dan toleran terhadap kekeringan atau tanah becek (Adisarwanto, 2005).

3. Pupuk nitrogen

Kacang tanah sebagaimana tanaman kacang kacangan lainnya, memiliki bintil akar yang mampu mengikat unsur nitrogen (N) dari udara melalui simbiose dengan bakteri rhizobium. Kacang tanah berfungsi sebagai inang perkembangan bakteri rhizobium untuk mengikat nitrogen. Akibatnya tanaman akan menerima unsur nitrogen yang ditambat oleh bintil akar. Apabila bintil akar tersebut efektif maka kemampuan menambat nitrogen dapat mencukupi kebutuhan nitrogen sebesar 80 – 90 % (Adisarwanto, 2005).

Purnomo dan Purnamawati (2002) menyatakan bahwa kacang tanah dapat bersimbiosis dengan bakteri rhizobium tetapi tidak sebaik kedelai sehingga perlu tambahan pupuk nitrogen sebanyak 50 – 100 kg urea/ha, 100 kg SP36 dan 75 kg KCL pada saat tanam. Selanjutnya Rukmana (1998) menyatakan bahwa saat melakukan penanaman dilakukan juga pemupukan dasar terutama pada lahan kering (tegalan), dimana dosis pupuk yang dianjurkan adalah urea 60 – 90 kg, TSP 60 – 90 kg dan KCL 50 kg per hektar yang diberikan seluruhnya pada saat tanam.

Lahan sawah yang sudah sering ditanami kacang tanah paling tidak selama tiga tahun berurutan, tindakan pemberian inokulasi pada benih tidak lagi diberikan. Apabila diberikan juga, hal ini tidak akan memberikan nilai tambah terhadap kenaikan produksi. Sementara lahan sawah yang jarang atau belum pernah ditanami kacang tanah perlu dilakukan inokulasi benih. Inokulasi benih menggunakan rhizobium dengan dosis 10 g/ 1 kg benih atau menggunakan tanah

bekas ditanami kacang tanah sebanyak 200 – 300 kg/ha. Tanah bekas ditanami kacang tanah tersebut disebar pada petakan lahan yang akan ditanami, khususnya di sepanjang alur jarak tanam (Adisarwanto, 2005).

4

PEMANFAATAN LIMBAH PERTANIAN SEBAGAI PUPUK

A. Pupuk Organik dari Limbah Peternakan

Limbah peternakan merupakan sumber pupuk organik yang sangat baik apabila dikelola dengan menggunakan kaidah-kaidah pengolahan pupuk organik, termasuk di dalamnya cara pembuatan pupuk organik. Cara pembuatan pupuk organik bermacam-macam, salah satunya menggunakan EM4 dan menggunakan star bio (stardec) (Murbandono, 2000; Musnamar, 2005).

Limbah peternakan yang berupa feses dan urin dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik. Kotoran yang diolah menjadi pupuk kandang akan memiliki kualitas yang baik serta nilai jual yang tinggi. Pemanfaatan feses menjadi pupuk kandang sangat baik terutama bagi kesuburan tanah dan menyediakan unsur hara yang dibutuhkan tanaman, pupuk menjadi kebutuhan pokok para petani untuk mengelola tanaman di sawah untuk tingkat para petani yang biasanya untuk pupuk tanaman padi, jagung, kacang dan tanaman lainnya. Urine sapi sangat berpotesi digunakan sebagai pupuk organic cair. Ternyata selain berfungsi sebagai pupuk cair juga berfungsi sebagai ZPT (zat pengatur tumbuh) bagi tanaman.

Kotoran sapi perlu dikomposkan sebelum dimanfaatkan sebagai pupuk tanaman antara lain adalah : 1) bila tanah mengandung cukup udara dan air, penguraian bahan organik berlangsung cepat sehingga dapat mengganggu pertumbuhan tanaman, 2) penguraian bahan segar hanya sedikit sekali memasok humus dan unsur hara ke dalam tanah, 3) struktur bahan organik segar sangat kasar dan dayanya terhadap air kecil, sehingga bila langsung dibenamkan akan mengakibatkan tanah menjadi sangat remah, 4) kotoran sapi tidak selalu tersedia

pada saat diperlukan, sehingga pembuatan kompos merupakan cara penyimpanan bahan organik sebelum digunakan sebagai pupuk (Prihandini and Purwanto, 2007).

Kompos adalah bahan-bahan organik (sampah organik) yang telah mengalami proses pelapukan karena adanya interaksi antara mikroorganisme (bakteri pembusuk) yang bekerja di dalamnya. Kotoran sapi merupakan salah satu bahan yang mempunyai potensi untuk dijadikan kompos. Kotoran sapi mengandung unsur hara antara lain nitrogen 0,33%, fosfor 0,11%, kalium 0,13%, kalsium 0,26%. Pupuk kompos merupakan bahan pembenah tanah yang paling baik dan alami daripada bahan pembenah buatan/sintetis. Pada umumnya pupuk organik mengandung hara makro N,P,K rendah, tetapi mengandung hara mikro dalam jumlah cukup yang sangat diperlukan untuk pertumbuhan tanaman.

Bahan :

- Kotoran sapi : 800 kg
- Sekam padi : 200 kg
- Molases : 2,5 liter
- Air : secukupnya
- Dekomposer (stardec) : 2,5 kg

Alat yang diperlukan :

- Cangkul 2 buah dan sekop 2 buah untuk mengaduk bahan kompos dan melakukan pembalikan.
- Terpal untuk menutup adukan kompos
- Tempat teduh dari sinar matahari dan hujan untuk proses pembuatan kompos dibagi menjadi 4 bagian. Bagian I proses pengadukan, bagian II adukan umur 1 minggu, bagian III adukan umur 2 minggu dan bagian IV kompos sudah jadi dan pengemasan kompos.
- Gudang untuk menyimpan kompos.
- Ember 2 buah untuk mengambil air dan mengencerkan molases.
- Karung untuk mengemas kompos.

Cara pembuatan :

- Bahan kompos disiapkan kotoran sapi dibawah dan sekam padi di atasnya.
- Taburkan stardec secara merata.
- Molasses diencerkan dan disiramkan merata di atas adukan.
- Aduk bahan kompos sampai rata.
- Atur kelembaban 60% dengan ciri bila digenggam tidak pecah, tidak ada tetesan air dan tangan tidak basah.
- Apabila kurang lembab ditambah air secukupnya.
- Bahan yang sudah diaduk ditutup dengan terpal.
- Pembalikan dilakukan setiap minggu.
- Pengecekan proses pengomposan dilakukan pada hari ketiga, apabila terasa panas, maka terjadi proses pengomposan.
- Proses pengomposan berlangsung selama 3 minggu.
- Setelah 3 minggu kompos sudah jadi ditandai dengan bahan kompos tidak panas dan tidak bau.

Ciri-ciri kompos sudah jadi dan baik adalah:

- Warna kompos coklat kehitaman
- Aroma kompos yang baik tidak menyengat, tetapi mengeluarkan aroma seperti bau tanah atau bau humus hutan
- Apabila dipegang dan dikepal, kompos akan menggumpal. Apabila ditekan dengan lunak, gumpalan kompos akan hancur dengan mudah.

Bokashi pupuk kandang

Bahan-bahan :

- 300 kg pupuk kandang
- 10 kg katul/dedak
- 200 kg sekam padi
- 10 sendok makan gula pasir
- 200 ml atau 20 sendok makan EM-4
- 20 liter air

Cara membuat :

- Pupuk kandang + katul + sekam dicampur hingga rata dan menjadi adonan.

- Gula pasir + EM-4 + air dicampur, disiramkan pada adonan secara merata.
- Tutup adonan tersebut dengan plastik selama 4 hari, dengan pengontrolan suhu setiap hari. Bila suhu naik hingga lebih dari 50°C, adonan didinginkan. Adonan disimpan diruang terbuka tetapi tidak boleh terkena sinar matahari.
- Setelah 4 hari disimpan, bokashi siap digunakan.

Bokashi pupuk kandang + tanah

Bahan – bahan :

- 20 bagian tanah
- 10 bagian pupuk kandang
- 10 bagian arang/sekam/serbuk gergaji
- 10 bagian katul/dedak
- 5 sendok makan gula pasir
- 10 sendok makan EM-4
- Air secukupnya

Cara membuat :

- Tanah + pupuk kandang + arang/sekam/serbuk gergaji + katul/dedak dicampur hingga rata dan menjadi adonan.
- Gula pasir + EM-4 + air dicampur, disiramkan pada adonan secara merata.
- Tutup adonan tersebut dengan plastik selama 4 hari, dengan pengontrolan suhu setiap hari. Bila suhu naik hingga lebih dari 50°C, adonan didinginkan. Adonan disimpan diruang terbuka tetapi tidak boleh terkena sinar matahari.
- Setelah 4 hari disimpan, bokashi siap digunakan.

Bokashi pupuk kandang + arang

Bahan – bahan :

- 200 kg pupuk kandang
- 10 kg katul/dedak
- 100 kg arang sekam/arang serbuk gergaji padi
- 10 sendok makan gula pasir
- 200 ml atau 20 sendok makan EM-4
- 20 liter air

Cara membuat :

- Pupuk kandang + katul/dedak + arang sekam/arang serbuk gergaji padi dicampur hingga rata dan menjadi adonan.
- Gula pasir + EM-4 + air dicampur, disiramkan pada adonan secara merata.
- Tutup adonan tersebut dengan plastik selama 4 hari, dengan pengontrolan suhu setiap hari. Bila suhu naik hingga lebih dari 50°C, adonan didinginkan. Adonan disimpan diruang terbuka tetapi tidak boleh terkena sinar matahari.
- Setelah 4 hari disimpan, bokashi siap digunakan.

Bokashi Ekspres (24 jam)

Bahan-bahan :

- Jerami jagung/daun kering/sekam/serbuk gergaji atau bahan lain yang dapat difermentasi
- 20 kg bokashi jerami atau pupuk kandang arang atau tanah yang sudah jadi
- 20 kg katul/dedak
- 5 sendok makan gula pasir
- 10 sendok makan EM-4
- Air secukupnya

Cara membuat :

- Jerami jagung/daun kering/sekam/serbuk gergaji atau bahan lain + bokashi jerami atau pupuk kandang arang atau tanah yang sudah jadi + katul/dedak dicampur hingga rata dan menjadi adonan.
- Gula pasir + EM-4 + air dicampur, disiramkan pada adonan secara merata.
- Tutup adonan tersebut dengan plastik selama 24 jam.

- Setelah 24 jam disimpan, bokashi siap digunakan.

Gambar 2. Pembuatan Pupuk Organik

Urine sapi sangat berpotesi digunakan sebagai pupuk organik cair. Ternyata selain berfungsi sebagai pupuk cair juga berfungsi sebagai ZPT (zat pengatur tumbuh) bagi tanaman. Bayangkan saja apabila mempunyai 2 ekor sapi, maka dalam sehari dapat menghasilkan urine sapi sebanyak 30 liter urine, karena dari 1 ekor sapi dewasa bisa menghasilkan urine 15 liter per hari. Belum lagi di peternakan sapi yang memiliki sapi dalam jumlah yang besar di atas 10 ekor.

Pupuk organik urine sapi memiliki banyak kelebihan, diantaranya: mempunyai kandungan senyawa seperti nitrogen, fosfor, kalium dan juga air lebih banyak apabila dibandingkan dengan kotoran sapi padat. Mempunyai kandungan zat perangsang tumbuh yang dapat digunakan sebagai zat pengatur tumbuh (ZPT) pada tanaman dan mempunyai bau khas urine ternak, bau khas ini dapat mencegah datangnya berbagai hama tanaman. Pupuk Organik Cair (POC) dari urine sapi memiliki 3 fungsi utama yaitu sebagai pupuk cair bagi tanaman, sebagai zat pengatur tumbuh tanaman dan juga sebagai pestisida nabati.

Dari beberapa penelitian menyebutkan bahwa urine sapi memiliki kandungan unsur kimia yang lebih banyak dari kotoran sapi padat. Kandungan

Nitrogen (N) pada urine sapi sekitar 1% lebih tinggi dari pada kotoran padat yang hanya 0,4%, kandungan Phosphor Urine sapi sekitar 0,5%, ini lebih tinggi dari pada kotoran padat yang hanya 0,2%. Kandungan K pada urine sapi jauh lebih tinggi dari pada kotoran padat. Pada urine sapi sekitar 1,5% sedangkan pada kotoran padat 0,1%. Tetapi pada urine sapi kadar airnya lebih banyak dan kandungan amoniak sangat tinggi yang harus dihilangkan dulu sebelum diaplikasi pada tanaman. Apabila kandungan amoniak tinggi pada urine sapi ini masih ada, maka tidak bisa digunakan sebagai pupuk. Kalau diaplikasi pada tanaman hasilnya bukannya menyuburkan, tetapi malah membunuh tanaman tersebut.

Untuk membuat pupuk organic cair dari urine sapi ini sangat mudah. Terlebih dahulu kita siapkan alat dan bahan yang akan kita gunakan yaitu:

Gambar 3. Pupuk organik cair

- Urine Sapi : 100 liter diusahakan sudah bersih dari kotoran seperti bekas pakan atau kotoran padat attau kotoran lainnya
- Bioaktivator : 0,5 Liter (kami menggunakan beberapa jenis bio-aktivator yang penting hasilnya bagus, silahkan dicoba, bisa beli dipasaran seperti Superdegra, EM-4, Semanggi atau jenis lainnya)
- Tetes/Gula Merah : 1 liter.
- Air kelapa/Air Kedelai : 20 liter Tetes gula/ gula dan air kelapa/air kedelai digunakan sebagai makanan bakteri pengurai agar berkembangbiak.

Selanjutnya kita mulai proses pembuatan pupuk organik cair (POC) urine sapi, yaitu:

- Siapkan tong kapasitas 100 liter untuk tempat fermentasi
- Masukkan tetes/gula merah 1 liter ke dalam tong.
- Masukkan bioaktivator 0.5 liter ke dalam tong.
- Masukkan air kelapa/air kedelai ke dalam tong kemudian diaduk aduk.
- Masukkan urine sedikit demi sedikit sambil diaduk sampai tercampur sempurna.
- Tutup tong agar fermentasi berjalan sempurna (secara aerob).
- Proses fermentasi dilakukan selama 2 minggu baru kemudian dibuka untuk dilihat hasilnya.
- Jika sudah jadi, dikemas dalam derijen plastik sesuai pemasaran (5 liter, 10 liter, 20 liter).
- Pupuk organic cair siap digunakan untuk menyemprot tanaman. Sekitar 1-2 gelas air mineral (sekitar 250 ml) dimasukkan dalam tangki knapsack sprayer 14 liter.
- Penyemprotan dilakukan sesuai anjuran dari dinas terkait. Biasanya pagi hari sebelum jam 9.00 WIB dan sore hari setelah jam 15.00 WIB.

B. Pupuk Organik dari Limbah Tanaman Pangan

Hasil ikutan dari budidaya tanaman pertanian akan menghasilkan limbah pertanian. Limbah pertanian dapat berasal dari tanaman pangan, hortikultura, perkebunan, dan peternakan. Limbah pertanian yang mengalami pelapukan akan menjadi pupuk dengan kandungan yang dibutuhkan oleh tanah. Limbah tersebut tentu akan lebih bermanfaat apabila di olah sedemikain rupa untuk dapat dijadikan pupuk organik sebagai penyumbang unsur hara bagi tanah yang dapat dimanfaatkan oleh tanaman sumber unsur hara yang dibutuhkan tanaman untuk tumbuh dan berkembang. Pupuk merupakan suatu kebutuhan untuk meningkatkan kesuburan lahan dan produktivitas tanaman. Walaupun kandungan hara pupuk organik tidak banyak atau tergolong rendah. Namun penggunaan pupuk organik dalam jangka panjang akan menjadikan kualitas tanah yang jauh lebih baik daripada penggunaan pupuk anorganik secara terus-menerus.

Peluang sisa panen tanaman pangan menjadi pupuk organik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa hasil panen padi berupa jerami dapat menjadi pupuk kompos sebesar 50%. Pada tanaman Jagung dapat menghasilkan sisa limbah pertanian seperti batang, daun, dan tongkol kering hingga 8-10 ton/ha. Tanaman pangan lainnya seperti kacang tanah mengahasilkan biomass hingga 4 ton/ha dan tanaman kacang kedelai maupun kacang hijau dapat menghasilkan 2 ton/ha. Salah satu limbah pertanian yang berpotensi di jadikan pupuk organik adalah jerami padi.

Pupuk organik limbah tanaman pangan :

Bahan-bahan :

- 200 kg jerami, dipotong dengan ukuran 10 cm
- 10 kg katul/dedak
- 200 kg sekam padi
- 10 sendok makan gula pasir
- 200 ml atau 20 sendok makan EM-4
- 20 liter air

Cara membuat :

- Jerami + katul + sekam dicampur hingga rata dan menjadi adonan.
- Gula pasir + EM-4 + air dicampur, disiramkan pada adonan secara merata.
- Tutup adonan tersebut dengan plastik selama 4 hari, dengan pengontrolan suhu setiap hari. Bila suhu naik hingga lebih dari 50°C, adonan didinginkan. Adonan disimpan diruang terbuka tetapi tidak boleh terkena sinar matahari.
- Setelah 4 hari disimpan, bokashi siap digunakan.

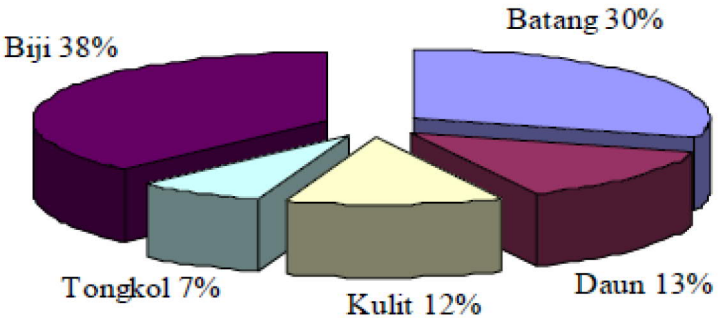
Gambar 4. Pupuk organik limbah tanaman pangan

5

POTENSI DAN PEMANFAATAN LIMBAH TANAMAN PANGAN

A. Potensi Limbah Jagung

Tanaman jagung merupakan komoditas pertanian yang cukup penting, baik sebagai sumber pangan maupun pakan ternak. Menurut Perry at al. (2003) jagung dewasa (mature corn) terdiri dari biji, tongkol, kulit, daun dan batang dengan persentase bahan kering berturut-turut sebesar 38 %, 7 %, 12 %, 13 % dan 30 %, seperti ditunjukan pada gambar 5.



Gambar 5. Persentase bahan kering

Potensi bahan kering jerami jagung sebesar 4.6 ton/ha/musim tanam (bahan kering 21.7%). Lima puluh persen dari total berat tanaman jagung adalah hasil samping yang ditinggalkan setelah panen. Persentase masing-masing hasil samping adalah 50% batang, 20% daun, 20% tongkol dan 10% klobot (Furqaanida 2004). Data yang hampir sama dilaporkan Anggraeny *et al*. (2006) hasil samping berupa batang berkisar antara 55.4 62.3%, daun 22.6 27.4% dan klobot antara 11.9 16.4%. McCutcheon dan Samples (2002) menambahkan bahwa

batang merupakan hasil samping terbesar pada tanaman jagung dengan nilai kecernaan bahan kering lebih rendah, jika dibandingkan dengan kulit jagung dengan jumlah terkecil tetapi mempunyai kecernaan lebih tinggi.

Parakkasi (1999) melaporkan bahwa penggunaan jerami jagung sebagai pakan ternak ruminansia sebagai pengganti sumber serat dan harus diimbangi dengan pemberian konsentrat, sehingga kebutuhan ternak dapat terpenuhi. Pembuatan silase seluruh bagian tanaman jagung termasuk buah muda (90 hari), buah matang (100 hari), atau kulit jagung manis merupakan salah satu cara pemanfaatan tanaman jagung sebagai pakan ternak ruminansia. Jagung merupakan bahan yang paling ideal untuk ensilase karena mengandung karbohidrat mudah larut yang cukup untuk mendukung fermentasi yang baik dibandingkan hijauan lainnya (Pasaribu et al.1995). Jagung merupakan bahan yang paling ideal untuk ensilase karena mengandung karbohidrat mudah larut yang cukup untuk mendukung fermentasi yang baik, dibandingkan hijauan lainnya. Namun untuk meningkatkan kualitas nutrisinya perlu penambahan sumber nutrien seperti urea (McDonald *et al*. 1991; Woolford 1984; Sapienza dan Bolsen 1993). Pemberian hasil samping tanaman jagung dalam bentuk hay, silase atau fermentasi dapat meningkatkan bobot badan harian sapi (Anggraeny *et al*. 2005; Rohaeni *et al*. 2006; Sariubang *et al*. 2006).

Limbah tanaman jagung terutama berupa batang, daun, kulit tongkol dan janggel mencapai 1,5 kali bobot biji artinya bahwa jika dihasilkan 8 ton bijiper ha maka sekaligus diperoleh12 ton limbah yang dapat dijadikan pakan sapi, baik secara langsung maupun melalui pengolahan lebih dahulu.Selain itu limbah jagung potensil inidapat dijadikan bahan baku untuk pembuatan pakan komplit sebagai salah satu upayamengurangi konsumsi hijauan pakan,misalnya pakan yang diproduksioleh pabrik konsentrat Yellow feed di jawa Timur. Kandungan gizi pakan yang dihasilkan pabrik tersebut adalah kadar air maksimum 13%, protein kasar minimal 12%, lemak kasar maksimal 5%, abu maksimal 10%, TDN minimal 63%, Ca 0,9 % dan P 0,5% (Maryono dan Romjali 2007). Limbah tanaman jagung biasanya melimpah pada saat panen, sehingga tidak setiap saat tersedia karena itu diperlukan teknologi pengolahan limbah saat melimpah dan

disimpan untuk persediaan pakan sapi atau ternak ruminansia lainnya pada saat musim kemarau. Selain itu disinyalir bahwa nilai gizi limbah tanaman jagung rendah, karena itu pengolahan limbah tanaman jagung perlu dilakukanuntuk meningkatkan daya cerna dan nilai gizinya. Telah dilaporkan oleh (Ummiyasih dan Wina 2008) bahwa pengolahan limbah tanaman jagung ditujukan selain untuk tahan disimpan juga meningkatkan kandungan nutrisinya. Nilai nutrisi silase jagung 30-50 %lebih tinggi dan volume penyimpanan lebih hemattempat 10 kali dibandingkan dengan hay (William et al. 2013).

Limbah tanaman jagung kering yang difermentasi padakandungan protein 11% direkomendasikan untuk makanan kambing hingga 40% (Adejumo dan Adeniyi 2001). Limbah tanaman jagung terfermentasi juga sangat kaya dengan beberapa mineral esensial dan mengandung anti nutrisi rendah (Oseni et al.2007). Limbah tanaman jagung yang melimpahini dapat diolah menjadi hay, silase, diamoniase atau dijadikan bahan baku pembuatan makanan ternak yang dipadatkan. Dengan demikian seluruh limbah tanaman jagung dapat digunakan sebagai pakan ternak sapi. Beberapa cara pengolahan limbah tanaman jagung untuk meningkatkan nilai gizi dan daya tahan simpan akan diuraikan lebih jauh dalam tulisan ini.

Kandungan nutrisi tanaman jagung

Diwilayah Nusa Tenggara Timur yang dikenal sebagai salah satu lumbung ternak sapi juga mengalami kekurangan hijauan pakan utamanya pada musim kemarau yang durasinya dapat mencapai hingga 270 hari pertahun. Dengan melihat potensi pertanaman jagung yang cukupluas di daerah ini maka, limbah tanaman jagung merupakan salah satu pakan ternak sapiyang cukup potensil karena sebahagian besar penduduk di daerah ini makanan pokoknya jagung. Biomasa jagung dapat ditingkatkan volumenya melalui penggunaan varietas dan pengaturan jarak tanam/populasi tanamanyang sesuai (Faesal dan Akil 2006).

Kandungan nutrisi tanaman jagung perlu diketahui untuk memudahkan dalam kombinasi pemberian pakan maupun suplemen pada ternak. Prioritas suplemen pakan dibuat sesuai kondisi setempat untuk meningkatkan keuntungan dengan mempertimbangkan tipe pakan dan campuran pakan (Kolver 1999).

Nutrisi tanaman jagung dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain adalah bagian tanaman yang dipanen, cara penyimpanan meliputi kelembaban dan prosesing (Lardy2013), selanjutnya disebutkan bahwa kelembaban yang tinggi sangat berpengaruh terhadap nilai nutrisi tanaman jagung.

Nutrisi limbah tanaman jagung dapat ditingkatkan melalui fermentasi sebagaimana dilaporkan Oseni dan Esperigin (2007) bahwa nilai protein, lemak, serat kasar, abu dan tanin meningkat dengan perlakuan fermentasi, sedangkan zat anti nutrisi phytate mengalami penurunan, meskipun terjadi peningkatan tanin akan tetapi tidak begitu tinggi jika dibandingkan dengan penurunan anti nutrisi phytate yang cukup tajam akibat perlakuan fermentasi, hal ini memberi indikasi bahwa dengan fermentasi kualitas pakan yang bersumber dari limbah tanaman jagung dapat ditingkatkan (Tabel 4). Nutrisi esensial bagi ternak sapi adalah air, mineral dan vitamin. Keseluruhan nutrisi esensial tersebut berasal dari air minum dan pakan. Pakan secara garis besarnya dibagi dua bagian yaitu hijauan rumput dan konsentrat (Burris dan Johns 2013). Hijauan pakan ternak dilihat dari sumber produksi dapat dibagi menjadi dua kategori yaitu (i) yang bersumber dari lahan pertanian (perkebunan dan pangan) dan (ii) hijauan pakan yang bersumber dari lahan padang pengembalaan (Bamualim et al. 2011).

B. Potensi Limbah Kacang Tanah

Kacang tanah merupakan tanaman pangan berupa semak yang biasa ditanam di lahan tegalan atau sawah tadah hujan. Adisarwanto (2003), mengemukakan bahwa brangkasan tanaman kacang tanah yang diambil polongnya merupakan produk samping yang banyak kegunaannya. Berat brangkasan ini sangat bervariasi tergantung varietas yang ditanam, kondisi lingkungan sebelum panen, tingkat serangan penyakit karat atau bercak daun, serta cara dan waktu panen. Berat brangkasan maksimum kacang tanah tercapai beberapa hari sebelum panen dimana berat brangkasan dapat mencapai tertinggi 10 ton dan terendah 0,7 ton setiap hektar. Limbah berupa jerami kacang tanah ini baru sebagian kecil yang dimanfaatkan sebagai pakan ruminansia walaupun sebenarnya kandungan nilai nutrisinya cukup tinggi. Jerami kacang tanah sebagai tanaman leguminose sebaiknya diberikan sebagai pakan kambing atau domba

dalam keadaan kering dengan jumlah pemberian 15 – 20 % dari pakan (Prasetyo et al. 2004). Ternak sapi dapat diberikan limbah dari tanaman legume (kacang-kacangan) antara 30 – 50 % dari pakan yang diberikan, karena kalau diberikan dengan komposisi lebih dari itu, ternak akan kelebihan Ca (kalsium) dan kekurangan zat-zat lain sehingga baik dikombinasikan dengan limbah jagung (Saun, 1991).

Kandungan Nutrisi Limbah Kacang Tanah

Kacang tanah dapat dimanfaatkan sebagai pakan ternak ruminansia. Dilihat dari daya dukung kacang tanah, jerami kacang tanah memiliki potensi yang baik sebagai pakan ternak. Daya dukung jerami kacang tanah adalah merupakan kemampuan suatu wilayah untuk menghasilkan atau menyediakan pakan berupa limbah jerami kacang tanah yang dapat menampung kebutuhan sejumlah populasi ternak ruminansia tanpa melalui pengolahan.

Produksi jerami kacang tanah dihitung berdasarkan produksi segar, produksi kering, produksi bahan kering (BK), produksi protein kasar (PK), dan produksi total digestible nutrient (TDN) (Syamsu dkk., 2005). Melihat potensi dan daya dukung jerami kacang tanah sebagai pakan nampaknya dapat memenuhi kebutuhan dalam penyediaan pakan bagi sejumlah populasi ternak ruminansia. Namun disisi lain, penggunaan limbah tanaman pangan sebagai pakan memiliki berbagai kendala yang disebabkan oleh nilai nutrisinya yang amat beragam tergantung dari spesies, waktu penen serta adanya perlakuan pasca penen (Soetanto, 2001). Dengan nilai nutrisi yang rendah seperti kandungan protein yang rendah dan serat kasar yang tinggi menyebabkan limbah pertanian terbatas untuk digunakan sebagai pakan (Sofyan, 1998).

Rata-rata kualitas jerami kacang tanah adalah kandungan protein kasar sebesar 12,00%, kandungan serat kasar 30,27%, lemak kasar 2.67%, bahan ekstrak tanpa nitrogen (BETN) 42,76% dan abu 2,30%. Produksi bahan kering jerami kacang tanah di Sulawesi Selatan 178.206 ton. Berdasarkan TDN dan protein kasar jumlah produksi jerami kacang tanah adalah 92.27 ton dan 21.385 ton.

C. Pemanfaatan Limbah Tanaman Pangan Sebagai Pakan Ternak

Hijauan merupakan sumber pakan utama untuk ternak ruminansia. Hijauan pakan ternak yang umum diberikan untuk ternak ruminansia adalah rumput-rumputan yang berasal dari padang penggembalaan atau kebun rumput, tegalan dan pematang. Sehingga untuk meningkatkan produksi ternak ruminansia harus diikuti oleh peningkatan penyediaan hijauan pakan yang cukup baik dalam jumlah maupun kualitas. Beberapa faktor yang menghambat penyediaan hijauan pakan, yakni terjadinya perubahan fungsi lahan yang sebelumnya sebagai sumber hijauan pakan menjadi lahan pemukiman, lahan untuk tanaman pangan dan tanaman industri (Djajanegara, 1999). Dilain pihak, menurut Kasryno dan Syafa'at (2000) bahwa sumberdaya alam untuk peternakan berupa padang penggembalaan di Indonesia mengalami penurunan sekitar 30%. Disamping itu secara umum di Indonesia ketersediaan hijauan pakan juga dipengaruhi oleh iklim, sehingga pada musim kemarau terjadi kekurangan hijauan pakan ternak dan sebaliknya di musim hujan jumlahnya melimpah. Untuk mengatasi kekurangan rumput ataupun hijauan pakan lainnya salah satunya adalah pemanfaatan limbah pertanian sebagai pakan. Dengan demikian untuk pengembangan ternak ruminansia di suatu daerah seharusnya dilakukan juga usaha untuk memanfaatkan limbah pertanian, mengingat sumber penyediaan rumput dan hijauan lainnya sebagai pakan sangat terbatas. Sumber limbah pertanian diperoleh dari komoditi tanaman pangan, dan ketersediaanya dipengaruhi oleh pola tanam dan luas areal panen dari tanaman pangan di suatu wilayah. Jenis limbah pertanian yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber pakan adalah jerami padi, jerami jagung, jerami kedelai, jerami kacang tanah, pucuk ubi kayu, serta jerami ubi jalar. Untuk mendukung pengembangan ternak ruminansia maka potensi limbah pertanian sebagai sumber pakan perlu diketahui.

Gambar 6. Jerami jagung

Gambar 7. Jerami kacang tanah

Pembuatan Silase

Sumber hijauan (limbah jagung dan kacang tanah) pada masing-masing perlakuan terlebih dahulu dipotong 3 – 5 cm dengan menggunakan chopper. Kemudian dilayukan selama 12 jam (satu malam) pada ruang terbuka. Masing-masing hijauan tersebut selanjutnya dicampur dan diaduk sampai merata sesuai perlakuan. Hasil campuran limbah jagung dan kacang tanah dimasukkan ke dalam silo (tong plastik volume 350 liter), dipadatkan, ditutup rapat dan diinkubasi dalam kondisi anaerob selama tiga minggu. Sampel silase dari masing- masing perlakuan diambil sebelum dan setelah ensilase untuk analisa kualitas fermentasi dan nutrisi silase di laboratorium.

Kualitas silase ransum kombinasi limbah jagung dan kacang tanah ditentukan berdasarkan karakteristik fisik (warna, bau, tekstur dan keberadaan jamur), kimia (pH) dan kualitas nutrisi dilakukan dengan analisis proksimat berdasarkan AOAC (1990). Warna, bau, tekstur silase dilakukan melalui pengamatan secara organoleptik produk silase setelah tiga minggu silase dengan mengambil sampling bagian atas, tengah dan bawah silo. Persentase keberadaan jamur pada permukaan silo diperoleh dengan memisahkan silase yang mengalami kerusakan, kemudian ditimbang bobotnya lalu dihitung dengan membagi jumlah bobot silase yang berjamur dan bobot total silase dikali 100 %. Kualitas kimia (pH) diukur dengan menggunakan pH meter melalui pengambilan sampel silase (1 kg) dicampurkan 2 liter aquadest (1:2), didiamkan selama 4 jam sambil diaduk setiap 1 jam.

Tahapan pembuatan silase, meliputi:

- Menyiapkan bahan utama silase yaitu jerami jagung dan limbah kacang tanah.
- Jerami jagung dan limbah kacang tanah dipotong menggunakan chopper (ukuran 3 – 5 cm), kemudian dilayukan selama 12 jam atau semalaman di ruang terbuka.
- Masing-masing hijauan dicampur dan diaduk sampai merata.
- Masukkan silase ke dalam silo, dipadatkan dan tutup rapat (tidak ada udara luar yang masuk).
- Pakan silase ini dapat digunakan setelah 3 minggu proses fermentasi berlangsung.

Gambar 8. Silase limbah jagung (60%) dan kacang tanah (40%)

Gambar 9. Silase limbah jagung (50%) dan kacang tanah (50%)

Gambar 10. Silase limbah jagung (40%) dan kacang tanah (60%)

Kualitas silase secara fisik dapat dinilai dari warna, bau, rasa dan sentuhan

Gambar 11. Silase jerami jagung

- Warna. Pada umumnya warna kuning pucat menunjukan kualitas silase yang baik. Apabila warnanya coklat gelap sampai hijau gelap, silase mengalami fermentasi tidak baik sehingga kualitasnya jelek. Silase berjamur: jamur tumbuh ketika ada oksigen. Ini didorong oleh lambatnya pengisian dan pengeluaran ke dan dari dalam silo, cincangan terlalu panjang, kurang padat sehingga udara masuk ke dalam silo.
- Bau. Bau asam atau asam manis menunjukan kualitas yang baik, sebaliknya apabila ada bau busuk sehingga seorang tidak ingin mendekatkan silase di dekat hidungnya menandakan kualitasnya buruk. Bau cuka menandakan fermentasi didominasi oleh bakteri yang menfermentasi gula menjadi asam asetat. Terjadi apabila kadar bahan kering dan kadar karbohidrat yang larut

dalam air rendah. Ini didorong oleh lambatnya pengeluaran oksigen, silo bocor atau rendahnya kadar gula.

- Rasa. Apabila silase rasa asam dan tidak masalah apabila dimasukkan di mulut, kualitasnya baik. Sebaliknya apabila rasa silase pahit dan tidak baik rasanya, kualitasnya buruk.
- Sentuhan. Ketika digenggam dan ditekan dengan kuat kemudian tangan dibuka, silase pecah pelan-pelan menjadi dua, silase berkualitas baik. Apabila silase pecah menjadi terpisah-pisah, silase kekurangan air. Apabila air menetes, kadar air silase terlalu tinggi.

Pemeliharaan sapi

Sapi yang dipelihara adalah sapi bali jantan yang merupakan sapi lokal yang berasal dari daerah Nusa Tenggara Barat (NTB) dengan penampilan produksi yang cukup tinggi. Sapi yang memperoleh perlakuan ransum adalah sapi yang sudah dipelihara di lokasi penelitian selama 3 bulan. Lama pemeliharaan untuk pemberian perlakuan 2 bulan dengan berat badan awal 200 - 250 kg yang berumur 2 – 2,5 tahun. Sapi dikandangkan dalam kandang individu secara terus menerus selama penelitian. Kandang individu ini diperuntukkan bagi 1 ekor sapi dengan ukuran 2 x 1 meter. Karena pada percobaan tahap kedua ini terdiri dari empat perlakuan dan tiga kali ulangan, maka dibutuhkan 12 unit kandang untuk penempatan 12 ekor ternak.

Gambar 12. Sapi bali

Pakan dan air minum diberikan secara adlibitum sesuai dengan perlakuan. Jenis pakan yang diberikan adalah ransum kontrol (ransum yang biasa digunakan oleh peternak/perusahaan) dan silase kombinasi limbah jagung dan limbah kacang tanah ditambah dengan pemberian konsentrat. Pengamatan dilakukan selama 11 minggu berturut-turut, 3 minggu pada silase, 1 minggu sebagai masa penyesuaian dan 7 minggu berikutnya merupakan masa pengumpulan data. Data konsumsi pakan diambil setiap hari dengan menimbang jumlah pakan yang diberikan pada pagi hari dan menimbang sisa pakan pada pagi hari berikutnya sebelum pemberian pakan, sedangkan data berat badan dikumpulkan setiap minggu.

Untuk mencegah berkembangnya bibit-bibit penyakit dilakukan pembersihan kandang dan memandikan ternak. Pembersihan kandang dari kotoran dan sisa-sisa makanan dapat dilakukan 2 kali pagi dan sore hari. Kalau memungkinkan dapat dilakukan vaksinasi sesuai dosis pemakaian dengan menggunakan vaksin anthrax, jembrana atau SE dan pemberian obat cacing yang cukup dilakukan 1 kali untuk setiap sapi bakalan.

6

APLIKASI TEKNOLOGI PUPUK DAN PAKAN

A. APLIKASI PEMANFAATAN PUPUK ORGANIK DENGAN POLA TUMPANGSARI

Bagian ini mencoba memberikan penjelasan tentang hasil penelitian yang telah dilakukan penulis khususnya yang berkaitan dengan penggunaan pupuk organik dikombinasikan dengan pupuk anorganik yang disertai dengan tingkat defoliasi pada pertanaman tumpangsari jagung dan kacang tanah.

Pelaksanaan Penelitian

1. Analisis tanah

Analisis tanah pada percobaan ini bertujuan untuk mengetahui pH tanah dan kandungan nitrogen total tanah, fosfor dan kalium sebelum dan setelah percobaan. Contoh tanah yang akan dianalisis adalah lapisan olah yaitu kedalaman 0 – 30 cm pada petak percobaan yang telah dibuat . Analisis ini menjadi dasar penentuan dosis dan pembahasan perlakuan pupuk.

2. Pembuatan pupuk kompos

Kotoran yang dihasilkan oleh ternak sapi dimanfaatkan sebagai pupuk dasar untuk tanaman jagung dan kacang tanah dengan cara difermentasi menggunakan EM4 selama minimal 3 minggu sehingga dihasilkan kompos. Bahan yang diperlukan dalam pembuatan kompos yaitu : kotoran sapi 1,000 kg, EM4 2,5 kg, abu sekam 100 kg, kalsit/dolomite 20 kg, dengan cara mencampurkan kotoran ternak dengan EM4, diaduk rata lalu dimasukkan ke dalam bak pertama kemudian didiamkan selama 1 minggu dan selanjutnya dibolak balik sambil mencampurkan abu organik dan kalsit lalu didiamkan kembali dan seterusnya setiap minggu dilakukan pembalikan sampai akhirnya menjadi matang yang ditandai dengan bentuk fisik sudah menyerupai tanah yang berwarna kehitaman, strukturnya remah tidak menggumpal, tidak mengeluarkan

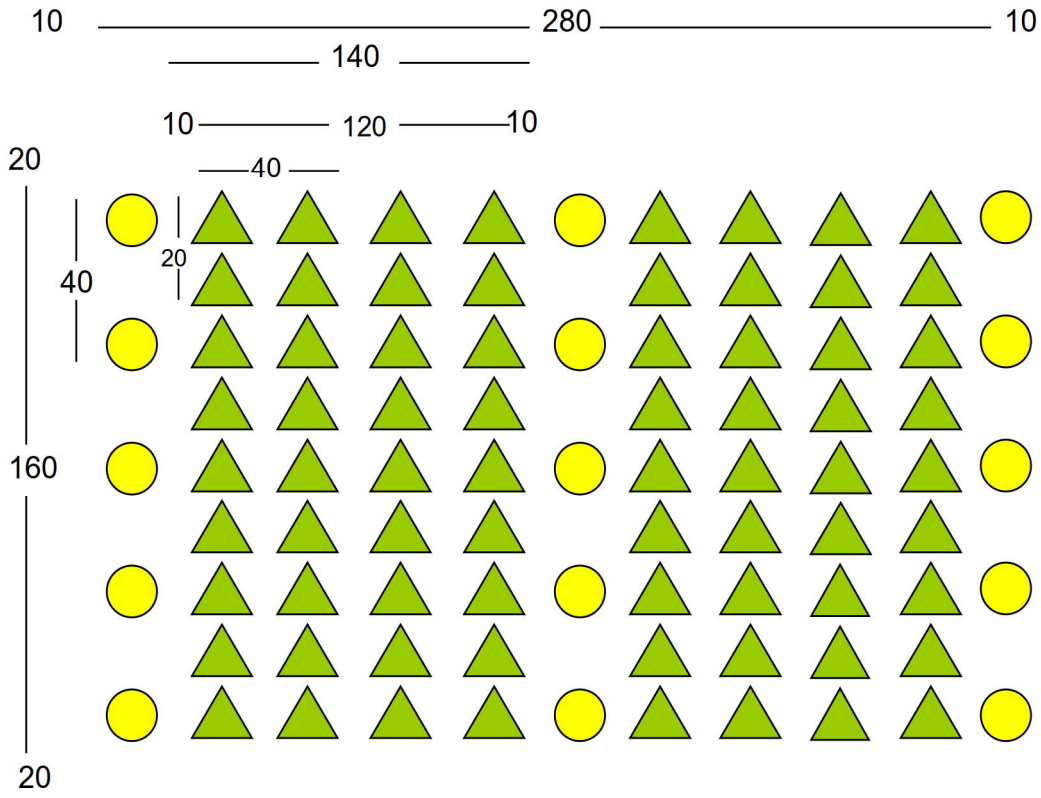
bau busuk, jika diraba suhu tumpukan bahan yang dikomposkan sudah dingin mendekati suhu ruang dan jika dilarutkan ke dalam air kompos yang matang tidak akan larut. Kompos yang matang ini selanjutnya dianalisis kandungan haranya.

3. Persiapan lahan

Pengolahan tanah dilakukan satu minggu sebelum tanam dengan cara mencangkul, digemburkan lalu diratakan. Pembuatan bedengan sebanyak 36 petak dengan ukuran 3 m x 2 m per petak dengan jarak antar bedengan 0,5 m sedang antar kelompok 1 m. Lahan dikelilingi parit dengan lebar dan kedalaman 0,5 m. Bersamaan dengan pengolahan tanah diberikan pupuk kotoran sapi yang difermentasi (pupuk kompos) dengan dosis sesuai perlakuan.

4. Penanaman

Penanaman dilakukan secara tugal sedalam ± 5 cm dengan jarak tanam 140 cm x 40 cm untuk tanaman jagung dan 40 cm x 20 cm untuk tanaman kacang tanah yang ditanam diantara barisan tanaman jagung, waktu tanam kacang tanah 10 hari lebih awal dari tanaman jagung, tiap lubang ditanam 2 biji untuk tanaman jagung dan 3 biji untuk tanaman kacang tanah.



Keterangan :

- Ukuran Petak : 300 cm x 200 cm = 60.000 cm^2
- Jarak Tanam J : 140 cm x 40 cm
- Jarak Tanam KT : 40 cm x 20 cm

: Tanaman Jagung

: Tanaman Kacang Tanah

5. Pemeliharaan tanaman

Pemeliharaan meliputi penyiraman setiap pagi dan sore tergantung kelembaban tanah. Penyiangan dan pembumbunan dilakukan bersamaan sebanyak dua kali yaitu pada umur 10 HST dan 30 HST, tergantung keadaan lingkungan setempat dan dilakukan bilamana tumbuhan pengganggu mulai tumbuh dan bersaing untuk mendapatkan makanan atau unsur hara. Pemupukan dilakukan dua kali, yaitu pemupukan pertama dengan separuh takaran N dan seluruh P dan K

diberikan pada saat tanaman berumur 7 hari setelah tanam (HST) dan separuh takaran urea yang tersisa diberikan pada saat berumur 30 HST dengan dosis sesuai perlakuan. Pengendalian hama dan penyakit tanaman berdasarkan konsep PHT dengan memperhatikan kondisi pertanaman.

6. Panen

Tanaman jagung dapat dipanen setelah berumur ± 90-100 hari. Ciri tanaman jagung yang siap dipanen adalah pada saat masak (mature) dimana berat kering butir jagung sudah mencapai kadar air optimum. Pemanenan dilakukan dengan mengambil seluruh bagian tanaman dan batas pemotongan 5 cm dari perakaran.

Tanaman kacang tanah dapat dipanen bila secara visual kacang tanah yang telah memasuki fase masak fisiologis ditandai oleh banyaknya daun yang telah berubah warna dari hijau menjadi kuning. Bila tanaman dicabut, akan tampak polong dengan tekstur yang jelas serta berwarna lebih gelap. Varietas unggul dan varietas lokal tipe Spanish mempunyai umur masak antara 85 – 90 hari sedangkan tipe Valencia antara 100 – 110 hari.

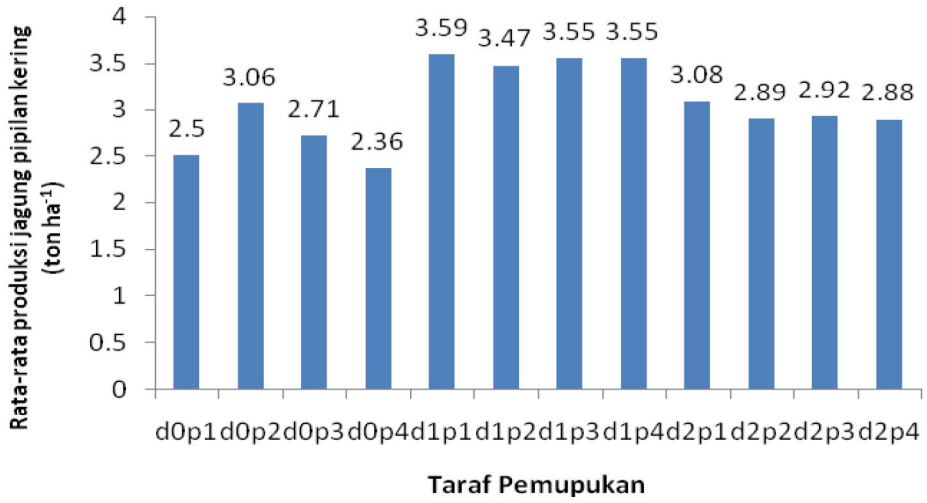
Hasil penelitian yang diperoleh adalah :

Produksi Jagung dan Kacang Tanah dengan Perlakuan Penggunaan Pupuk dan Defoliasi

1. Produksi Jagung Pipilan Kering

Sidik ragam menunjukkan bahwa persentase defoliasi daun di bawah tongkol sangat berpengaruh nyata, kombinasi pupuk dan interaksi keduanya tidak berpengaruh nyata terhadap produksi jagung pipilan kering per hektar.

Gambar 13. Rata-rata produksi jagung pipilan kering (ton ha^{-1})

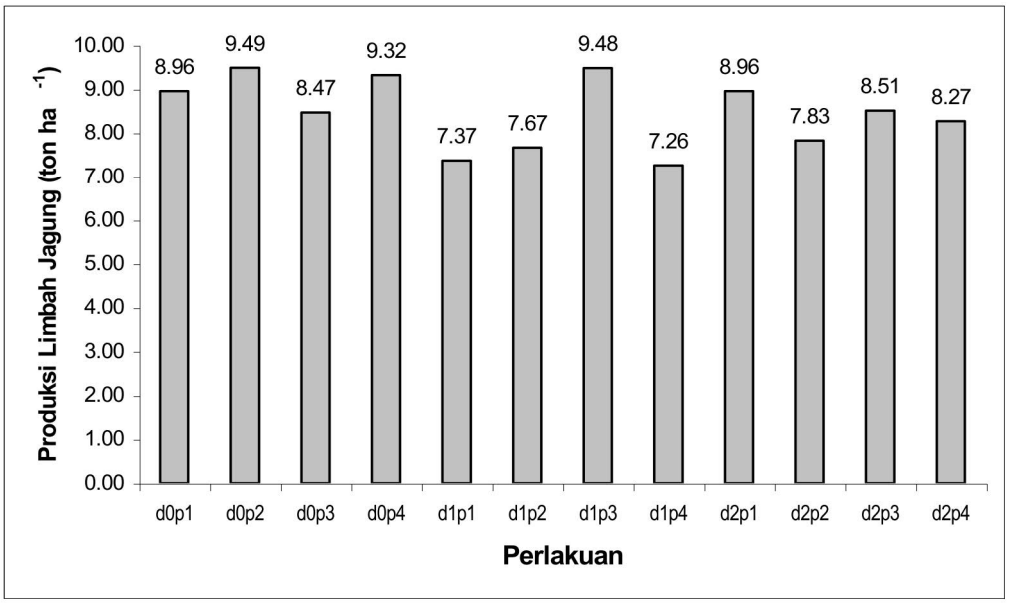


Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama berarti tidak berbeda nyata pada taraf uji BNT$_{\alpha=0,05}$

Tabel 3 menunjukkan bahwa perlakuan defoliasi 50% pada daun-daun jagung di bawah tongkol (d_1) menghasilkan rata-rata produksi jagung pipilan kering per hektar tertinggi (3,54 ton ha^{-1}) dan berbeda nyata dengan tanpa defoliasi (d_0) dan defoliasi 100% pada daun-daun jagung di bawah tongkol (d_2).

2. Produksi Limbah Jagung

Sidik ragam menunjukkan bahwa persentase defoliasi daun di bawah tongkol, kombinasi pupuk dan interaksi keduanya tidak berpengaruh nyata terhadap produksi limbah jagung.



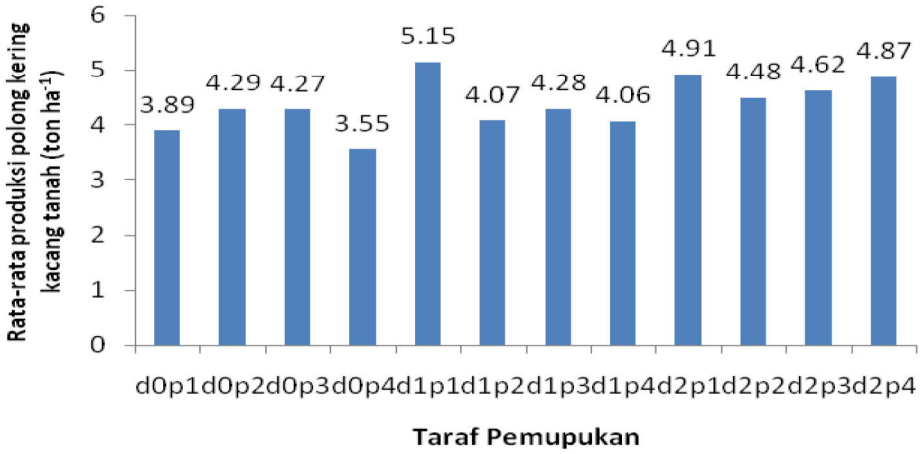
Gambar 14. Rata-rata produksi segar limbah jagung (ton ha^{-1})

Gambar 14 menunjukkan bahwa perlakuan tanpa defoliasi dengan 6 ton kompos ha^{-1} (d_0p_2) cenderung menghasilkan rata-rata produksi limbah jagung per hektar yang lebih tinggi (9,49 ton ha^{-1}), sedangkan perlakuan defoliasi 50% pada daun-daun jagung di bawah tongkol dengan 12 ton kompos ha^{-1} (d_1p_4) cenderung menghasilkan rata-rata produksi limbah jagung per hektar yang lebih rendah (7,26 ton ha^{-1}) dibandingkan perlakuan lainnya.

3. Produksi Polong Kering Kacang Tanah

Sidik ragam menunjukkan bahwa persentase defoliasi daun di bawah tongkol, kombinasi pupuk dan interaksi keduanya berpengaruh nyata terhadap produksi polong kering kacang tanah.

Gambar 15. Rata-rata produksi polong kering kacang tanah (ton ha^{-1})



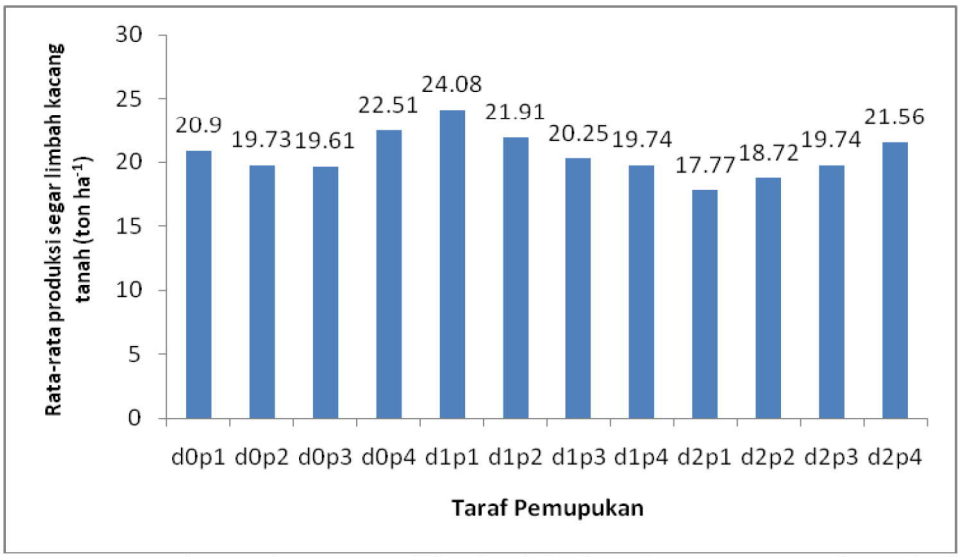
Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama berarti tidak berbeda nyata pada taraf uji BNT$_{\alpha=0,05}$

Gambar 15 menunjukkan bahwa interaksi antara defoliasi 50% pada daun-daun jagung di bawah tongkol dengan 3 ton kompos ha^{-1} (d_1p_1) menghasilkan rata-rata produksi polong kering kacang tanah per hektar tertinggi (5,15 ton ha^{-1}) tetapi tidak berbeda nyata dengan interaksi antara defoliasi 100% pada daun-daun jagung di bawah tongkol dengan 3 ton kompos ha^{-1} (d_2p_1), 9 ton kompos ha^{-1} (d_2p_3) dan 12 ton kompos ha^{-1} (d_2p_4) dan berbeda nyata dengan interaksi perlakuan lainnya.

4. Produksi Limbah Kacang Tanah

Sidik ragam menunjukkan bahwa persentase defoliasi daun di bawah tongkol dan kombinasi pupuk tidak berpengaruh nyata, sedangkan interaksi persentase defoliasi dan kombinasi pupuk berpengaruh nyata terhadap produksi limbah kacang tanah.

Gambar 16. Rata-rata produksi segar limbah kacang tanah (ton ha^{-1})



Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama berarti tidak berbeda nyata pada taraf uji BNT$_{\alpha=0,05}$

Gambar 16 menunjukkan bahwa interaksi antara defoliasi 50% pada daun-daun jagung di bawah tongkol dengan 3 ton kompos ha^{-1} (d_1p_1) menghasilkan rata-rata produksi limbah kacang tanah per hektar tertinggi (24,08 ton ha^{-1}) tetapi tidak berbeda nyata dengan interaksi antara tanpa defoliasi dengan 3 ton kompos ha^{-1} (d_0p_1) dan 12 ton kompos ha^{-1} (d_0p_4), interaksi antara defoliasi 50% pada daun-daun jagung di bawah tongkol dengan 6 ton kompos ha^{-1} (d_2p_2), interaksi antara defoliasi 100% pada daun-daun jagung di bawah tongkol dengan 9 ton kompos ha^{-1} (d_2p_3) dan 12 ton kompos ha^{-1} (d_2p_4) dan berbeda nyata dengan interaksi perlakuan lainnya.

Pembahasan

1. Kombinasi Pupuk

Penggunaan kombinasi pupuk anorganik dengan organik sebagai faktor anak petak dalam penelitian ini tidak memberikan pengaruh pada komponen pengamatan yaitu produksi jagung pipilan kering, produksi limbah jagung dan produksi limbah kacang tanah tetapi memberikan pengaruh yang nyata pada komponen pengamatan produksi polong kering kacang tanah. Hasil ini menunjukkan bahwa perlakuan kombinasi pupuk memberikan produksi jagung

yang relatif sama karena dosis pupuk anorganik yang diberikan walaupun berbeda tetapi juga diikuti perbedaan dosis pupuk organik dimana setiap penambahan dosis pupuk organik akan diikuti pengurangan dosis pupuk anorganik teruatama dosis urea. Ini dilakukan dengan tujuan agar semua perlakuan memiliki jumlah N yang sama sesuai dengan kebutuhan N tanaman jagung baik yang bersumber dari dalam tanah, urea maupun yang bersumber dari fiksasi N di udara melalui bakteri rhizobium yang terdapat pada bintil-bintil akar kacang tanah. Unsur N dengan kadar yang sama yang berasal dari pupuk yang diberikan berguna dalam pembelahan dan pembesaran sel-sel yang terjadi pada meristem apikal sehingga memungkinkan terjadinya pertambahan tinggi tanaman pada jagung yang kemudian disusul dengan pertumbuhan daun yang berlangsung dengan pesat. Setyamidjaja (1986), menyatakan bahwa unsur nitrogen berperan penting dalam merangsang pertumbuhan vegetatif tanaman yaitu menambah tinggi tanaman serta jumlah daun.

Hara nitrogen merupakan unsur makro yang sangat penting untuk pertumbuhan dan produksi tanaman, akan tetapi ketersediaannya di dalam tanah selalu rendah sehingga perlu upaya untuk menambah agar tanaman dapat tumbuh dan menghasilkan secara memuaskan. Kemampuan tanaman jagung menyerap nitrogen untuk menghasilkan biji dan batang bervariasi sesuai stadia pada saat N diserap (Barley, 1975)., sehingga dosis akan sangat menentukan optimalnya suplay hara ke dalam jaringan tanaman.

Adanya pengaruh yang nyata pada produksi polong kering kacang tanah akibat perlakuan kombinasi pupuk urea dan kompos dikarenakan kemampuan tanaman kacang tanah memanfaatkan hara yang diterima dengan anggapan menggunakan takaran pupuk yang tepat. Respon tanaman terhadap pemberian pupuk akan meningkat bila menggunakan takaran pupuk yang tepat. Setiap tanaman perlu mendapatkan pemupukan dengan takaran yang sesuai agar terjadi kesesimbangan unsur hara di dalam tanah yang dapat menyebabkan tanaman dapat tumbuh dan berkembang dengan baik serta menghasilkan produksi yang optimal. Efesiensi pemupukan yang optimal dapat dicapai apabila pupuk diberikan dalam

jumlah yang sesuai kebutuhan tanaman, tidak terlalu banyak dan tidak terlalu sedikit (Setyamidjaja, 1986).

Selain itu, pemberian kombinasi dosis pupuk urea dengan kompos sudah sesuai dengan dosis anjuran yang secara umum mampu menghasilkan rata-rata hasil tanaman yang lebih tinggi. Hal ini diduga disebabkan pada dosis yang diberikan tersebut mampu diserap dengan baik oleh perakaran tanaman sehingga faktor ini akan mendukung berlangsungnya fotosintesis guna pembentukan cadangan makanan untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman termasuk dalam mendukung potensi-potensi pertumbuhan baik generatif maupun vegetatif (beberapa peran unsur N dalam tubuh tanaman seperti bahan penyusun protein dan protoplasma, dimana protein sangat penting bagi pembentukan enzim-enzim yang merupakan katalisator bagi banyak reaksi pada fotosinetsis).

Suseno (1981), lebih banyak menjelaskan faktor-faktor pertumbuhan yang diterima oleh tanaman termasuk pemupukan yang menyebabkan laju fotosintesis meningkat. Meningkatnya laju fotosintesis maka CO_2 yang diikat dalam proses fotosintesis tersebut akan lebih banyak daripada CO_2 yang dilepaskan dalam proses respirasi. Dengan demikian, asimilat yang dihasilkan lebih banyak berpengaruh terhadap pertumbuhan serta hasil tanaman.

Kemampuan tanaman untuk tumbuh dengan baik sangat dipengaruhi oleh ketersediaan hara dalam jumlah yang cukup. Oleh Lingga (1994) menyatakan bahwa urea dibutuhkan dalam jumlah banyak untuk memacu perkembangan vegetatif. Selanjutnya sarief (1995) menyatakan bahwa fosfor dibutuhkan guna merangsang pertumbuhan akar, mempercepat pebungaan dan pemasakan buah serta sebagian penyusun lemak dan protein sedangkan kalium berperan penting dalam proses metabolisme, membantu pembentukan protein dan karbohidrat, menguatkan batang serta memperbaiki kualitas buah.

Kompos sebagai pupuk organik termasuk dalam kategori pupuk kompleks yakni mengandung unsur hara makro dan mikro, sehingga unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman lebih lengkap dan cukup tersedia. Tersedianya unsur yang dibutuhkan tanaman akan lebih mendukung pertumbuhan dan produksi tanaman. Adianto (1993), menyatakan bahwa ketersediaan unsur hara yang dapat

diserap oleh tanaman merupakan suatu faktor yang dapat mempengaruhi tingkat produktivitas tanaman.

Kompos yang diberikan dapat menjadi sumber hara yang baik, sehingga menunjang produksi tanaman dikarenakan terjadi keseimbangan antara kebutuhan serta tingkat ketersediaan hara dalam tanah sehingga memungkinkan tanaman mengalami pertumbuhan vegetatif serta perkembangan bagian-bagian reproduksi dengan baik. Menurut Sarief (1995) bahwa hubungan antara bahan organik dapat berpengaruh secara langsung maupun tidak langsung. Secara langsung bahan organik merupakan substrat alami untuk mikroorganisme saprofitik dan secara tidak langsung memberikan nutrisi bagi tanaman melalui kegiatan dekomposisi mikroorganisme tanah. Disamping itu Wada et al. (1981) dalam Sutanto (2002) mengemukakan bahwa pemberian kompos jangka panjang juga mampu meningkatkan aktivitas mikroba penyemat nitrogen melalui peningkatan kandungan bahan organik tanah yang mudah terdekomposisi meningkatkan pembentukan agregat yang stabil dan kapasitas tukar kation.

2. Defoliasi

Persentase defoliasi daun di bawah tongkol sebagai faktor petak utama yang terdiri dari tanpa defoliasi, defoliasi 50 % dan defoliasi 100 % dalam penelitian ini memberikan pengaruh nyata dan sangat nyata pada komponen-pengamatan produksi jagung pipilan kering dan produksi polong kering kacang tanah tetapi tidak memberikan pengaruh pada komponen pengamatan produksi limbah jagung dan produksi limbah kacang tanah. Hasil analisis ragam memperlihatkan bahwa persentase defoliasi memberikan pengaruh yang nyata pada produksi jagung pipilan kering dan produksi polong kering kacang tanah dan tidak memberikan pengaruh pada produksi limbah jagung dan produksi limbah kacang tanah.

Hasil uji BNT α=0,05 menunjukkan bahwa defoliasi 50 % daun-daun dibawah tongkol menghasilkan rata-rata terbaik pada produksi jagung pipilan kering per hektar dan produksi polong kering kacang tanah per hektar. Hal ini diduga disebabkan defoliasi 50 % merupakan persentase yang tepat dimana distribusi asimilat dapat lebih terkonsentrasi ke bagian generatif tanaman

(tongkol) yang tidak lagi terbagi ke organ-organ lain karena daun-daun yang berada di bawah tongkol tersebut umumnya sudah berumur tua dan lebih ternaungi sehingga kemampuan fotosintesisnya juga lebih rendah dan fotosintat yang dihasilkan juga lebih rendah. Sebaliknya daun-daun demikian cenderung bersifat parasit (merugikan) karena tidak lagi bertindak sebagai sumber asimilat tetapi lebih banyak sebagai pengguna asimilat. Hal ini sesuai dengan pernyataan Brown (1988), bahwa pada daun-daun bagian bawah menerima radiasi yang sangat rendah akibat saling menaungi (mutual shading), laju fotosintesis daun tersebut dapat lebih rendah dibandingkan dengan laju respirasi sehingga bersifat parasit. Pada beberapa hasil penelitian seperti yang dilaporkan oleh Kadekoh (2005), defoliasi daun tanaman jagung di atas 50% cenderung menurunkan hasil tanaman yang didefoliasi (jagung). Daun-daun bagian atas memberikan sumbangan yang besar bagi perkembangan bagian pengguna hasil-hasil asimilat, karena merupakan organ yang paling banyak menyerap radiasi matahari yang akan digunakan dalam proses fotosintesis. Daun bagian bawah merupakan daun yang lebih cepat tua dan menjadi pesaing dalam pengambilan hasil-hasil asimilat, apabila dihilangkan maka seluruh hasil asimilat yang berasal dari daun bagian atas akan terpusat pada tongkol. Sebagaimana yang dikemukakan oleh Gardner, dkk (1991), bahwa daun yang muda pada puncak pohon menyerap radiasi paling banyak dan membagikan sejumlah besar hasil asimilat kepada bagian tumbuhan yang lain. Sebaliknya daun-daun yang lebih tua pada dasar tajuk terlindung mempunyai laju asimilasi yang rendah dan hanya memberikan sedikit hasil asimilat kebagian tumbuhan yang lain. Oleh karena itu lebih menguntungkan bila daun bagian bawah tersebut dihilangkan.

Adanya defoliasi sebagai tindakan menghilangkan atau mengurangi daun-daun yang kurang produktif merupakan salah satu alternatif untuk memacu proses fotosintesis yang pada gilirannya akan meningkatkan produksi tanaman. Defoliasi 50% pada daun-daun jagung di bawah tongkol lebih optimal dibandingkan defoliasi 100% disebabkan dengan defoliasi 50% masih menyisahkan sebagian daun di bawah tongkol yakni daun-daun yang masih dianggap optimal dalam menyuplai asimilat dan membuang daun-daun terutama yang ternaungi dan

dianggap tidak lagi efektif sebagai sumber asimilat. Menurut Nasaruddin (2002), defoliasi pada daun-daun yang tidak efektif lagi berfotosintesis dimaksudkan untuk mengurangi pesaing internal antara bagian tanaman yang menjadi pengguna asimilat, disamping tujuan lainnya misalnya daun-daun tersebut dapat dimanfaatkan untuk makanan ternak ruminansia atau mencegah terjadinya penimbunan tanaman sehingga mudah ditempati bersarang berbagai hama dan penyakit.

Pelaksanaan defoliasi ditentukan oleh tiga faktor yakni waktu defoliasi, posisi defoliasi dan tingkat persentase defoliasi. Menurut Tesar (1984) dalam Kadekoh (2005), defoliasi daun jagung merupakan salah satu usaha untuk meningkatkan produktivitas jagung karena defoliasi dapat meningkatkan laju asimilasi bersih, yang merupakan ukuran rata-rata efisiensi daun untuk menghasilkan bahan kering. Distribusi bahan kering sebagian besar terdapat pada tongkol yaitu 60% dari total produksi bahan kering tanaman. Perlakuan tanpa defoliasi berarti membiarkan daun-daun tanaman saling bersaing dengan organ tanaman lainnya dalam menggunakan assimilat sedangkan aktivitasnya dalam melakukan fotosintesis tidak optimal lagi sehingga daun seperti ini cenderung bersifat parasit (merugikan), sedangkan defoliasi 100 % yang menghilangkan seluruh daun di bawah tongkol cenderung menurunkan produksi tanaman yang didefoliasi.

Pembuangan daun bagian bawah efektif untuk mengurangi persaingan penimbunan fotosintat, sehingga memungkinkan fotosintat tersebut akan terpusat pada daun bagian atas yang lebih banyak menerima energi sinar matahari dan dapat dengan mudah menyalurkan ke daerah-daerah pengguna bagian bawah, utamanya tongkol. Gardner, dkk (1991), menyatakan bahwa daun-daun di atas tongkol yang menerima cahaya yang lebih besar akan menghasilkan fotosintat yang lebih tinggi, dimana jagung merupakan tanaman C4 yang memerlukan cahaya penuh untuk pertumbuhannya dengan demikian hasil fotosintat yang diperoleh lebih tinggi. Daun-daun di atas tongkol yang menyediakan hasil asimilatnya ke puncak batang dan daun-daun di bawah tongkol menyediakan ke bagian tengah dan akar. Pada fase generatif tanaman menimbun hasil fotosintesis

yang besar ke dalam organ-organ tanaman terutama pada organ generatif dan sebagian kecil yang digunakan untuk pertumbuhan organ-organ vegetatif, dengan adanya pemangkasan pada fase ini justru menambah bahan hasil fotosintesis yang akan ditimbun dan sebagian untuk perkembangan organ-organ vegetatif (Sri Hartati, 1989).

Produksi polong kering kacang tanah terbaik yang diperoleh dari pengaruh defoliasi 50 % dapat dijelaskan bahwa defoliasi tanaman yang lebih tinggi (tanaman jagung) dalam sistem tumpangsari merupakan salah satu alternatif untuk meningkatkan radiasi yang diterima tanaman yang lebih rendah (kacang tanah). Melalui defoliasi, pengaruh negatif dari efek shading dapat dikurangi, karena indeks luas daun (ILD) berkurang akibatnya radiasi yang diteruskan dan diterima oleh tanaman yang lebih rendah makin meningkat. Peningkatan penerimaan radiasi oleh tanaman kacang tanah menyebabkan proses fotosintesis berjalan sempurna sehingga produksi polong kering kacang tanah meningkat. Menurut Kadekoh (2005), apabila defoliasi dilakukan pada bagian bawah tanaman, disamping meningkatkan radiasi yang diterima tanaman yang lebih rendah, juga dapat menyebabkan sirkulasi udara (CO2 dan O2) dan iklim mikro lainnya (suhu dan kelembaban) menjadi lebih baik sehingga memberikan kondisi lingkungan yang kondusif bagi tanaman untuk pertumbuhan dan perkembangannya.

3. Interaksi Kombinasi Pupuk dan Defoliasi

Interaksi kombinasi pupuk dengan persentase defoliasi memberikan pengaruh pada produksi polong kering dan limbah kacang tanah. Hasil analisis ragam memperlihatkan bahwa interaksi kombinasi pupuk dan persentase defoliasi memberikan pengaruh yang nyata pada komponen-komponen tersebut di atas.

Hasil uji BNT α=0,05 menunjukkan bahwa interaksi antara defoliasi 50% pada daun-daun jagung di bawah tongkol dengan 3 ton kompos ha^{-1} (d_1p_1) menghasilkan rata-rata produksi limbah kacang tanah per hektar tertinggi (24,08 ton ha^{-1}) dan interaksi antara defoliasi 50% pada daun-daun jagung di bawah tongkol dengan 3 ton kompos ha^{-1} (d_1p_1) menghasilkan rata-rata produksi polong kering kacang tanah per hektar tertinggi (5,15 ton ha^{-1}). Defoliasi 50% dan 3ton kompos ha^{-1} memungkinkan pertumbuhan vegetatif tanaman kacang tanah terpacu

sehingga habitus tanaman menjadi rimbun, akhirnya organ-organ vegetatif seperti batang dan daun yang dihasilkan lebih banyak yang menyebabkan produksi rata-rata limbah tanaman yang dihasilkan juga lebih banyak. Hal ini diduga dengan pemberian kombinasi pupuk dan defoliasi 50 % tersebut mampu memacu pertumbuhan vegetatif tanaman kacang tanah dengan pesat terutama daun dan kelengkapannya untuk melakukan fotosintesis. Lingga (1991), mengemukakan bahwa nitrogen berperan penting dalam hal pembentukan hijau daun yang sangat berguna dalam proses fotosintesis. Fungsi lain adalah membentuk protein, lemak dan berbagai persenyawaan organik. Kapasitas fotosintesis meningkat dengan bertambahnya jumlah daun pada tanaman kacang tanah (Salisbury dan Ross, 1991).

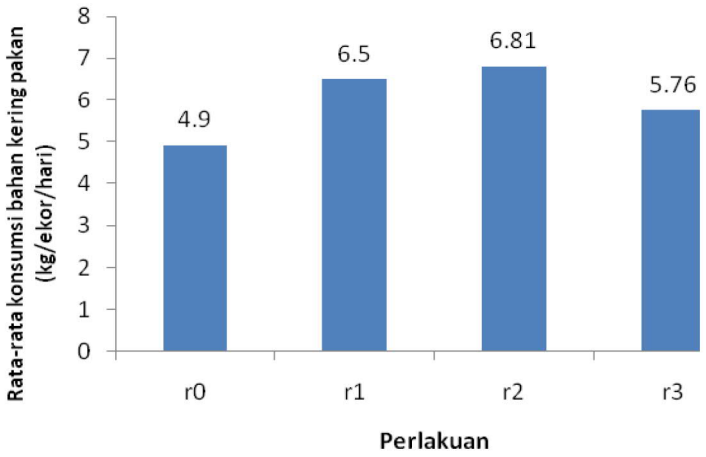
Selanjutnya defoliasi 50% dan 3 ton kompos ha^{-1} juga memungkinkan pertumbuhan generative tanaman kacang tanah terpacu sehingga organ-organ generative seperti polong dan biji yang dihasilkan lebih banyak yang menyebabkan produksi rata-rata polong kering yang dihasilkan juga lebih banyak. Hal ini diduga dengan pemberian kombinasi pupuk dan defoliasi 50 % tersebut mampu memacu pertumbuhan generative tanaman kacang tanah dengan pesat terutama polong dan biji serta aktivitas fotosintesis. Semakin tinggi hasil fotosintesis, semakin besar pula penimbunan cadangan makanan yang ditranslokasikan ke polong/biji dengan asumsi bahwa faktor lain seperti cahaya, air suhu dan hara dalam keadaan optimal (Gardner *et al*., 1991), sehingga jumlah polong/biji yang terbentuk lebih sempurna, selanjutnya Foth (1998), menyatakan jumlah normal nitrogen yang diberikan ke tanaman biasanya dapat meningkatkan bobot polong/biji tanaman.

B. APLIKASI PEMANFAATAN PAKAN SILASE

1. Konsumsi Pakan

Hasil penelitian yang dilakukan penulis menunjukkan bahwa berbagai perlakuan silase kombinasi limbah jagung dan kacang tanah sangat berpengaruh nyata terhadap konsumsi bahan kering pakan seperti terlihat pada Gambar 17.

Gambar 17. Rata-rata konsumsi bahan kering pakan (kg/ekor/hari)



Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama berarti tidak berbeda nyata pada taraf uji $BNT_{\alpha=0,05}$

Hasil penelitian diperoleh bahwa perlakuan silase kombinasi limbah jagung dan kacang tanah (50 % : 50 %) (r_2) menghasilkan rata-rata konsumsi bahan kering pakan tertinggi (6,81 kg/ekor/hari) dan berbeda nyata dengan silase kombinasi limbah jagung dan kacang tanah (60 % : 40 %) (r_1), silase kombinasi limbah jagung dan kacang tanah (40 % : 60 %) (r_3) dan silase jagung tunggal (r_0).

Ransum (r2) silase kombinasi limbah jagung dan limbah kacang tanah dengan perbandingan 50 % : 50 % memperlihatkan jumlah konsumsi pakan yang tinggi dibanding ransum lainnya. Hal ini diduga sebagai akibat dari kecenderungan sapi untuk mengkonsumsi pakan lebih banyak untuk memenuhi kebutuhan protein dalam pakannya. Meningkatnya konsumsi pakan silase kombinasi limbah jagung dan kacang tanah diduga karena tingkat palatabilitas ternak terhadap pakan tersebut yang tinggi akibat kualitas fermentasi (fisik dan kimia) silase yang baik seperti terlihat pada tabel lampiran 17 dan kualitas nutrisi yang juga tergolong baik terutama kandungan zat-zat nutrisi protein seperti pada hasil analisis proksimat ransum perlakuan (tabel lampiran 18). Ini sesuai dengan yang dikemukakan oleh Scott et al (1982), bahwa pemberian pakan disamping harus memenuhi kebutuhan zat-zat nutrisi dengan jumlah yang tepat, pakan tersebut juga harus memenuhi syarat-syarat seperti aman dikonsumsi, palatable

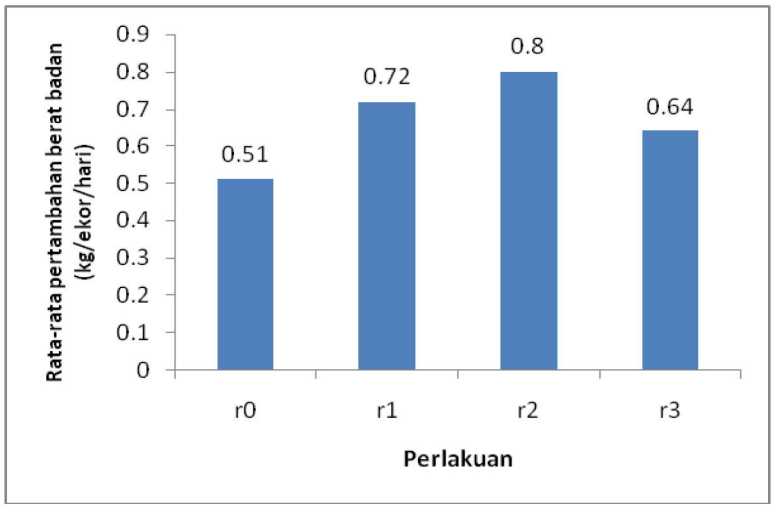
dan ekonomis, dimana palatabilitas adalah rasa dari bahan pakan sehingga akan mempengaruhi tingginya tingkat konsumsi pakan. Palatabilitas ditentukan oleh rasa, bau dan warnanya. Pada ternak ruminansia faktor yang mempengaruhi palatabilitas adalah kecerahan warna hijauan, rasa, tekstur dan kandungan nutrisi (Ensminger, 1990).

Rataan konsumsi bahan kering ransum pada sapi bali yang mendapat ransum kontrol, silase kombinasi limbah jagung dan kacang tanah dengan berbagai perbandingan (60 % : 40 %), (50 % : 50 %) dan (40 % : 60 %) berturut-turut adalah 4,90 kg/ekor/hari, 6,50 kg/ekor/hari, 6,81 kg/ekor/hari dan 5,76 kg/ekor/hari. Data konsumsi bahan kering pada perlakuan r2 (50 % : 50 %) mampu melebihi konsumsi pakan perlakuan kontrol (r0), r1 (60 % : 40 %) dan r3 (40 % : 60 %) dimana perlakuan kontrol memperlihatkan konsumsi paling rendah. Dengan demikian perlakuan silase kombinasi limbah jagung dan kacang tanah (r2) pada sapi bali mempunyai tingkat palatabilitas yang lebih tinggi dibanding perlakuan r0, r1 dan r3. Tingkat konsumsi pakan seekor sapi pedaging dipengaruhi oleh berbagai faktor yang kompleks yaitu hewannya sendiri, makanan yang diberikan dan lingkungan tempat hewan dipelihara serta faktor yang hampir semuanya diakibatkan oleh proses fermentasinya. Zat-zat yang berkorelasi negatif dengan tingkat konsumsi antara lain konsentrasi NH3, asetat, total VFA sedangkan yang berkorelasi positif dengan tingkat konsumsi adalah asam laktat. Selain itu bahan kering silase dan ukuran partikel silase juga ikut berpengaruh baik langsung maupun tidak langsung terhadap tingkat konsumsi (Parakkasi, 1999).

2. Pertambahan Berat Badan

Pengamatan pertambahan bobot badan pada ternak sapi dengan menggunakan silase kombinasi limbah jagung dan kacang tanah diperoleh hasil yang signifikan terhadap pertambahan berat badan yang dicapai pada sapi potong.

Gambar 18. Rata-rata pertambahan berat badan (kg/ekor/hari)



Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama berarti tidak berbeda nyata pada taraf uji $BNT_{\alpha=0,05}$

Gambar 18 menunjukkan bahwa perlakuan silase kombinasi limbah jagung dan kacang tanah (50 % : 50 %) (r_2) menghasilkan rata-rata pertambahan berat badan tertinggi (0,80 kg/ekor/hari) dan silase jagung (ro) menghasilkan rata-rata pertambahan berat badan terendah (0,52 kg/ekor/hari) dan berbeda nyata dengan perlakuan lainnya.

Pada pengamatan rata-rata pertambahan berat badan terlihat bahwa ransum (r2) silase kombinasi limbah jagung dan limbah kacang tanah dengan perbandingan 50 % : 50 % memberikan rata-rata pertambahan berat badan yang tinggi dibanding ransum lainnya. Pada ternak muda, pertumbuhan merupakan satu tujuan yang penting dari suatu pemeliharaan. Kelebihan makanan dari kebutuhan hidup pokok akan digunakan untuk meningkatkan bobot badan. Pertambahan bobot badan ternak dapat mencerminkan sejauh mana manfaat pakan yang diberikan kepada ternak. Adanya pertambahan bobot badan pada perlakuan silase kombinasi limbah jagung dan kacang tanah dapat disebabkan karena kebutuhan protein dan energi dari ransum yang dikonsumsi telah mencukupi kebutuhan harian protein dan energi sapi potong untuk hidup pokok dibandingkan dengan perlakuan kontrol dan perlakuan kombinasi lainnya. Selain itu peningkatan pertambahan berat badan juga diduga karena kandungan zat-zat nutrisinya lebih

tinggi dibanding dengan perlakuan kontrol sehingga zat-zat nutrisi protein yang terkandung dalam ransum perlakuan kombinasi limbah jagung dan kacang tanah dapat dicerna dan diserap oleh saluran pencernaan dalam jumlah yang besar menjadi berat badan dibanding dengan yang terbuang melalui feces dan urin. Hanya saja penggunaan limbah kacang tanah terbatas pada prosentase 50 % walaupun secara kasat mata perlakuan prosentase kacang tanah 60 % memiliki nilai nutrisi lebih baik dari perlakuan lainnya.

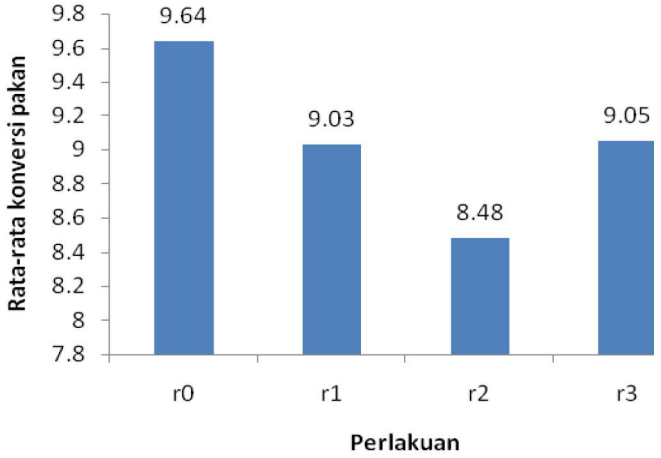
Prosentase limbah kacang tanah lebih dari 50 % di lapangan, terlihat sapi yang mengkonsumsi pakan tersebut fecesnya menjadi lebih encer (mencret) dan cenderung mengurangi konsumsinya. Ini sesuai dengan yang dikemukakan oleh Saun (1991), bahwa ternak sapi dapat diberikan limbah dari tanaman legum (kacang-kacangan) antara 30 – 35 % dari pakan yang diberikan, karena kalau diberikan dengan komposisi lebih dari itu ternak akan kelebihan Ca (kalsium) dan kekurangan zat-zat yang lain sehingga lebih baik dikombinasikan dengan limbah jagung.

Rataan pertambahan berat badan sapi bali yang mendapat perlakuan ransum kontrol, silase kombinasi limbah jagung dan kacang tanah dengan berbagai perbandingan (60 % : 40 %), (50 % : 50 %) dan (40 % : 60 %) berturut-turut adalah 0,51 kg/ekor/hari, 0,72 kg/ekor/hari, 0,80 kg/ekor/hari dan 0,64 kg/ekor/hari. Data pertambahan berat badan pada perlakuan r2 (50 % : 50 %) mampu melebihi pertambahan berat badan perlakuan kontrol dan perlakuan lainnya atau dengan kata lain dari segi pemanfaatannya menjadi berat badan maka ransum kombinasi limbah jagung dan kacang tanahlah yang terbaik khusunya kombinasi 50 % : 50 %.

3. Konversi Pakan

Sidik ragam menunjukkan bahwa berbagai perlakuan silase kombinasi limbah jagung dan kacang tanah berpengaruh nyata terhadap konversi pakan.

Gambar 19. Rata-rata konversi pakan



Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama berarti tidak berbeda nyata pada taraf uji $BNT_{\alpha=0,05}$

Gambar 19 menunjukkan bahwa perlakuan silase jagung (r_0) menghasilkan rata-rata konversi pakan tertinggi (9,64 kg/ekor/hari) dan berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Sedangkan perlakuan silase kombinasi limbah jagung dan kacang tanah (50 % : 50 %) (r_2) menghasilkan rata-rata konversi pakan terendah (8,48 kg/ekor/hari) dan hanya berbeda nyata dengan silase jagung (r_0) tetapi tidak berbeda nyata dengan silase kombinasi limbah jagung dan kacang tanah (60 % : 40 %) (r_1) dan silase kombinasi limbah jagung dan kacang tanah (40 % : 60 %) (r_3).

Rataan konversi pakan pada sapi bali yang mendapat perlakuan ransum kontrol, silase kombinasi limbah jagung dan kacang tanah dengan berbagai perbandingan (60 % : 40 %), (50 % : 50 %) dan (40 % : 60 %) berturut-turut adalah 9,64, 9,03, 8,48 dan 9,05. Konversi pakan yang mendapat perlakuan silase kombinasi limbah jagung dan kacang tanah dengan perbandingan (50 % : 50 %) memperlihatkan konversi pakan terendah dan konversi pakan tertinggi adalah perlakuan silase jagung (ransum kontrol). Terlihat adanya penurunan jumlah konversi pakan (membaiknya efisiensi penggunaan pakan) dengan meningkatnya imbangan silase jagung dengan kacang tanah sampai pada batas penggunaan 50 %. Dengan perkataan lain bahwa konsumsi pakan yang digunakan untuk setiap

satuan pertambahan bobot badan adalah rendah. Jumlah konsumsi pakan yang menurun dengan pertambahan berat badan yang meningkat akan menyebabkan konversi pakan menjadi rendah sehingga efisiensi penggunaan pakan menjadi lebih baik.

Ransum (r0) silase jagung memperlihatkan jumlah konversi pakan yang tinggi dibanding ransum lainnya. Hal ini dikarenakan jumlah konsumsi pakannya tidak sebanding dengan pertambahan berat badan yang dicapai dimana ternak yang memperoleh perlakuan tersebut kurang efisien dalam memanfaatkan pakan yang dikonsumsi. Sementara r2 silase kombinasi limbah jagung dan kacang tanah memperlihatkan jumlah konversi pakan yang rendah dibanding ransum lainnya. Ini menunjukkan bahwa ternak yang memperoleh perlakuan tersebut efisien dalam memanfaatkan pakan yang dikonsumsi.

Berdasarkan hasil, analisis dan pembahasan dari penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Kombinasi pupuk urea dan kompos menghasilkan produksi jagung yang relatif sama dan produksi kacang tanah yang berbeda sedangkan defoliasi 50 % daun di bawah tongkol meningkatkan produksi jagung dan kacang tanah.
2. Terdapat Interaksi antara kombinasi pemupukan dan tingkat defoliasi daun di bawah tongkol dalam meningkatkan produksi jagung dan kacang tanah.
3. Perlakuan ransum kombinasi limbah jagung dan limbah kacang tanah (50 % : 50 %) memperlihatkan respon yang lebih baik dibanding ransum lainnya terhadap konsumsi ransum, pertambahan berat badan dan konversi ransum.
4. Penerapan pertanian terpadu dengan komoditas sapi potong, jagung dan kacang tanah layak untuk dikembangkan pada petani dengan menerapkan teknologi kompos dan silase dalam rangka mendukung ketahanan pangan

Selain itu, sebagai upaya perbaikan lahan dan penggunaan limbah peternakan dan pertanian yang menjadi masalah lingkungan selama ini, perlu upaya secara kontinyu dan terukur seperti :

1. Perlu terobosan penelitian pupuk organik menggunakan kotoran sapi guna mengatasi rendahnya bahan organik pada tanah pertanian, meningkatkan

produksi biji dan kualitas hijauan tanaman jagung tumpangsari dengan kacang tanah sehingga konsumsi berlebih pupuk urea dapat ditekan.

2. Perlu penelitian lebih lanjut dengan menggunakan teknologi pakan silase (kombinasi limbah jagung dan kacang tanah berkualitas) dan pakan suplemen UMB berbasis sumber daya local (local knowledge) untuk peningkatan bobot badan sapi bali.
3. Agar penelitian ini benar-benar sebagai satu sistem pertanian terpadu (biocyclofarming), kedepan dibutuhkan luasan areal yang cukup untuk usahatani (tanaman dan ternak) sehingga terjadi kegiatan operasional usahatani dari subsistem primer, sekunder, tersier sampai kuarter.
4. Pengembangan sistem pertanian terpadu perlu diterapkan oleh petani agar dapat menghasilkan pupuk organik sendiri untuk kebutuhan tanaman, biogas untuk keperluan gas rumah tangga dan jerami untuk makanan ternak.

7

BANK PAKAN

Hampir 70% kesuksesan program peternakan khususnya ternak ruminansia tergantung kesiapan atau ketersediaan pakannya. Selain itu kebutuhan konsumsi protein asal ternak diprediksi meningkat dua kali lipat pada tahun 2030. Oleh karena itu peningkatan produksi pakan dan peningkatan populasi ternak menjadi sesuatu yang sangat penting sehingga inovasi penyediaan pakan secara kontinyu perlu dilakukan guna menjamin ketersediaan pakan ternak sepanjang tahun. Salah satu inovasi penyediaan pakan dan solusi untuk tetap mendukung swasembada protein hewani adalah dengan membangun Bank Pakan. Sistem bank pakan (Fodder bank system) adalah menanam semak pakan, atau pohon pakan atau kombinasi semak dan pohon pakan dalam suatu rumpun yang setiap rumpunnya terdiri dari 10-100 tanaman atau sistem pastura unggul (Impoved pasture system) dengan menanam rumput dan legum pakan unggul sendiri-sendiri atau campuran antara rumput dan legum pakan unggul pada lahan tidur, lahan pinggir jalan, lahan penggembalaan umum atau di bawah tanaman perkebunan (Nitis 1986). Sistem bank pakan cocok untuk lahan miring, lahan tidur atau lahan kritis. Sistem bank pakan terutama untuk menyediakan pakan hijauan pada musim kemarau dengan memangkas dan memberikan ternak ruminansia yang dikandangkan. Bank pakan dapat menyediakan hijauan segar (Bank Hijauan) dan hijauan olahan (fermentasi).

Bank hijauan didefinisikan sebagai hijauan yang tumbuh di padang penggembalaan atau di lahan lainnya yang tidak digunakan pada musim pertumbuhan ketika produksi hijauan melimpah tetapi digunakan pada waktu musim kemarau dimana produksi hijauan sangat kurang. Pengembangan bank hijauan meliputi pemilihan spesies yang cocok yang diikuti dengan penanaman

dan perbaikan manajemen. Bank hijauan campuran rumput dan legum secara efektif dapat dimanaje sebagai suplemen selama musim kering untuk kebanyakan ternak yang merumput pada padang penggembalaan di musim kering. Bank hijauan terdiri dari bank protein meliputi penanaman dan pemeliharaan tanaman (terutama legum) terdiri dari legum pohon dan legum semak yang kaya akan protein karena kesanggupannya menfiksasi N dari udara dan kemampuannya menyerap air dan nutrien dari lapisan tanah yang lebih dalam sehingga daunnya tetap hijau sepanjang tahun dan bank energy yang meliputi rumput yang berproduksi tinggi. Peterson (1986) menyatakan bahwa bank protein cocok digunakan sebagai suplemen ransum ternak yang sedang bertumbuh, sedangkan bank energi terutama cocok untuk ternak perah yang berproduksi tinggi.

Legum berkayu seperti lamtoro (*Leucaena leucocephalai*) dan gamal (*Gliridia sepium*) sangat cocok dikembangkan sebagai bank protein. Sedangkan rumput gajah (*Pennisetum purpureum*) sebagai bank energy dapat direkomendasikan untuk ditanam pada daerah yang memperoleh curah hujan yang cukup. Tanaman semusim seperti sorgum (*Sorghum bicolor*) dan millet (*Pennisetum americanum*) juga dapat digunakan. Rumput tersebut dapat menghasilkan hijauan yang banyak dan cocok diberikan pada ternak dengan sistem potong, dan diangkat ke kandang untuk diberikan pada ternak. Bank hijauan yang menyediakan protein dan energi yang berasal dari tanaman campuran rumput dan legum harus didasarkan atas spesies yang kompatibel.

Penempatan lokasi dan manajemen bank hijauan harus direncanakan sesuai dengan sistem manajemen hijauan secara keseluruhan. Seperti halnya tanaman pertanian lainnya untuk memperoleh dan mempertahankan produksi yang tinggi, bank hijauan perlu ditanam, dipelihara dan dimanfaatkan sebaik-baiknya. Tanah yang subur, berdrainase baik dan mudah dijangkau lebih diinginkan. Spesies yang produktif dan telah beradaptasi dengan keadaan setempat yang sebaiknya dipilih untuk dikembangkan. Ciri-ciri spesies yang cocok digunakan sebagai bank hijauan adalah mudah dan cepat tumbuh, dapat menekan gulma, menghasilkan hijauan berkualitas tinggi, tahan pengembalaan dan tahan kering (Rusdy, M. 2017).

Bank pakan olahan adalah hijauan yang dipanen dan sengaja diolah (fermentasi) untuk digunakan sebagi sumber pakan ternak pada waktu musim kemarau dimana produksi hijauan sangat kurang. Bank pakan ini berperan dalam mengelola pakan dari bahan pakan segar menjadi pakan olahan yang salah satunya adalah pakan fermentasi atau pakan awetan seperti silase untuk ternak ruminansia yang dapat tahan selama 1 sampai 2 tahun. Bank pakan ini juga akan diarahkan menjadi pusat pengolahan pakan, dengan harapan ke depan dapat membuat green concentrate yang bahan bakunya berasal dari tanaman hijauan pakan antara lain indigofera dan Lamtoro Taramba yang dapat ditanam sendiri oleh peternak.

8

KEBIJAKAN DAERAH (SAJADA BOALEMO) DALAM PERSPEKTIF SISTEM PERTANIAN TERPADU

Boalemo yang dijuluki sebagai daerah Bertasbih, oleh pasangan Bupati-Wakil Bupati ILHAM (Iwan Bokings dan Laode Haimudin) tahun 2011 ditetapkan sebagai tahun berkinerja baik disiplin dan etos kerja aparatur sebagai tugas penyelenggaraan program pembangunan dan pelayanan kemasyarakatan maupun tentunya kinerja masyarakat untuk ikut berpartisipasi untuk mensukseskan seluruh program pembangunan Kabupaten Boalemo khususnya program yang menyentuh hajat hidup petani dan peternak. Salah satu program pembangunan pertanian dan peternakan yang dicanangkan pemda Boalemo di tahun 2011 dan menjadi perhatian tersendiri bagi penulis adalah program SAJADA akronim dari Sapi, Jagung dan Posdaya. Berbagai macam persepsi tentunya bermunculan ketika orang membaca dan mendengar program SAJADA Boalemo. Bagi yang berpikir positif (positif thinking) dengan mengedepankan kemanfaatannya jelas akan memberikan pujian dan pengakuan bahwa penerintahan Boalemo adalah pemerintahan yang penuh dengan inovasi pembangunan bernuansa Islam dan pemerintahan yang benar-benar peduli akan nasib rakyat kebanyakan (petani dan peternak) sehingga tidaklah salah kiranya kalau pasangan pemimpinnya memperoleh penghargaan sebagai pemimpin yang Inovatif dan Islami. Sementara yang kontra akan menganggap program SAJADA Boalemo sebagai program biasa-biasa saja tanpa punya nilai inovasi sedikit pun bahkan dianggap sebagai program pencitraan menjelang Pilkada Gubernur dan Pilkada Boalemo 2011. Terlepas dari kebenaran anggapan dari masing-masing yang menilainya, penulis sebagai insan yang berkecimpung di dunia peternakan khususnya dalam uapaya pemberdayaan petani dan peternak memberikan apresiasi dan rasa terima kasih, karena bagaimanapun petani dan peternak butuh

sentuhan program yang benar-benar menyentuh kepentingan mereka untuk dapat keluar dari belenggu kemiskinan dan keterbelakangan.

Untuk melihat benang merah program SAJADA Boalemo dengan sistem pertanian terpadu, izinkan penulis untuk melakukan analisis sederhana dengan keterbatasan keilmuan dan pengalaman di bidang pertanian terpadu.

Program Sajada (Sapi, Jagung dan Posdaya), menurut analisa sederhana penulis, hakekatnya adalah sebuah program yang mencoba memadukan program pemberdayaan masyarakat berbasis desa yang diperuntukkan bagi petani maupun peternak dengan memadukan usaha tanaman pangan dan peternakan menjadi sebuah usaha yang prospektif dan menjanjikan bagi peningkatan pendapatan petani dan peternak. Program ini merupakan kelanjutan dari kebijakan pemerintah daerah Kabaupaten Boalemo yang telah memberikan bantuan dana kepada Posdaya di tiap desa se Kabupaten Boalemo yang dapat memberikan suatu stimulus bagi percepatan dalam peningkatan perekonomian daerah khususnya di tingkat desa yang merupakan tonggak ekonomi bagi suatu daerah. Bahkan karena keberhasilannya mengembangkan program posdaya, kabupaten Boalemo berdasarkan penilaian pada seleksi daerah percontohan dan kelengkapan data informasi dari Bappenas ditetapkan sebagai satu-satunya kabupaten di Provinsi Gorontalo sebagai daerah percontohan fasilitas pengembangan ekonomi lokal tahun 2010-2014.

Program Sajada lahir dari upaya sadar Pemerintah Daerah Kabupaten Boalemo akan potensi sumberdaya alam yang dimiliki dengan menjadikan jagung dan sapi potong sebagai komoditas unggulannya. Hal ini didukung ketersediaan pakan baik dari segi kualitas, kuantitas dan kontinuitas. Kedua sub sektor ini yaitu sub sektor tanaman dan sub sektor peternakan merupakan suatu sistem yang saling berkaitan dan tidak dapat dipisahkan. Potensinya dapat dioptimalkan dalam suatu system usahatani yang terintegrasi sehingga menghasilkan sinergisme yang dapat meningkatkan pendapatan petani baik dari peningkatan produksi tanaman dan ternak maupun efisiensi usahatani.

Boalemo yang memiliki lahan dengan keadaan cuaca yang basah, agak basah dan sedang pada dataran rendah bahkan berbukit yang pada umumnya

cocok untuk pertanian tanaman pangan, perkebunan, hortikultura dan peternakan. Dan untuk mengoptimalkan usahatani pada lahan tersebut maka pemanfaatan limbah pertanian sangat potensial sebagai pengembangan sapi potong. Mangut Iman, S (2003) mengatakan bahwa hasil penelitian di lapangan menunjukkan produk-produk industry peternakan dan bisnis di sektor peternakan telah menyumbangkan angka pertumbuhan ekonomi sangat mencolok. Melihat peluang strategis ini, maka pemerintah daerah perlu mengambil kebijakan dan memberi kesempatan yang luas kepada usaha kecil menengah dan kelompok peternak menjadi industri biologis dimana bahan pakan yang tidak berguna yang dimiliki petani dapat diberikan kepada sapi sebagai pakan untuk menghasilkan daging dan dapat dirubah menjadi kotoran sapi yang dapat diolah menjadi pupuk organik yang berkualitas. Di masa akan datang diharapkan mampu menjadi motor penggerak pembangunan nasional, dan hal ini akan terjadi bila agroindustri dikembangkan berdasarkan sumber daya lokal yang tersedia melalui penerapan teknologi tepat guna. Disamping itu pemanfaatan sisa hasil pertanian dan industri pertanian juga perlu diupayakan penanaman hijauan pakan yang berkualitas dengan memanfaatkan lahan yang peruntukannya tidak bersaing dengan tanaman pangan, bahkan dapat bersinergis antara tanaman pakan dengan pangan. Hal ini sangat penting mengingat penyediaan sisa hasil pertanian dan industri juga mengalami fluktuasi, sedangkan kita ketahui bahwa kebutuhan pakan untuk ternak ruminansia mencapai 60 - 70 % dari hijauan.

Berdasarkan hal tersebut di atas, program Sajada (Sapi, Jagung dan Posdaya) Kabupaten Boalemo dapat dianggap sebagai manifestasi dari sistem pertanian terpadu. Menurut Salikin (2007) dalam bukunya sistem pertanian berkelanjutan terdapat dua model sistem pertanian terpadu (integrated agriculture management) yaitu system pertanian terpadu konvensional dan sistem pertanian terpadu dengan teknologi EM (effective microorganisme). Sistem pertanian terpadu konvensional sudah banyak diterapkan oleh petani kita pada masa lalu dan sekarang sudah banyak ditinggalkan karena dalam prakteknya belum tentu menjadi sebuah siklus yang berkelanjutan akibat hanya mengandalkan proses dekomposisi biomassa alamiah yang berlangsung sangat lambat. Salah satu model

pertanian terpadu konvensional adalah tumpangsari antara peternakan ayam dan balong ikan (longyam) di mana kotoran ayam yang terbuang dimanfaatkan sebagai pakan ikan atau tumpangsari antara peternakan dan tanaman palawija di mana sisa-sisa tanaman digunakan sebagai pakan ternak sapi dan kotoran temak digunakan sebagai pupuk kandang.

Memperbaiki model pertanian terpadu konvensional, ditawarkanlah model system pertanian terpadu dengan teknologi EM. Model ini telah dikembangkan di beberapa daerah di Jawa dan Bali yang sesungguhnya adalah model pertanian yang memadukan budidaya tanaman (padi, jagung, dan kacang-kacangan), perkebunan, petemakan dan pengolahan daur limbah secara selaras, serasi dan berkesinambungan. Kebutuhan input budi daya tanaman menggunakan prinsip penggunaan masukan luar rendah (low external input) misalnya penggunaan pupuk kimia dan pestisida seminimal mungkin atau bahkan tanpa menggunakan pupuk kimia dan pestisida sama sekali. Limbah organik dari kotoran temak dan sisa-sisa tanaman difementasikan dengan teknologi EM menjadi pupuk organik terfementasi atau bokhasi dalam waktu yang cepat. Dengan sistem terpadu, terdapat siklus yang tidak terputus dan saling menguntungkan dari sub bidang budidaya tanaman dan petemakan untuk jangka waktu yang panjang tanpa kekhawatiran terjadinya pencemaran zat beracun karena semua input berasal dari dalam ekosistem sendiri.

Sementara Reijntjes et al. (1999) dalam bukunya yang berjudul “Pertanian Masa Depan” secara lugas dan komprehensif membahas pertanian berkelanjutan dengan menggunakan input luar rendah atau popular dengan istilah LEISA (Low External Input Sustainable Agriculture). Metode ini mengacu pada bentuk-bentuk pertanian yang mengedepankan pada optimalisasi pemanfaatan sumber daya lokal yang ada dengan mengkombinasikan berbagai macam komponen sistem usaha tani yaitu tanaman, temak, ikan, tanah, air, iklim dan manusia sehingga saling melengkapi dan memberikan efek sinergi yang paling besar dimana pemanfaatan input luar dilakukan hanya bila diperlukan untuk melengkapi unsur-unsur yang kurang dalam agroekosistem dan meningkatkan sumber daya biologi, fisik dan manusia dengan perhatian utama diberikan pada mekanisme daur ulang dan

minimalisasi kerusakan lingkungan. Dengan demikian kita tidak termasuk dalam golongan manusia yang senantiasa melakukan kerusakan di muka bumi. Seperti yang dikemukakan Allah dalam firman-Nya : "Telah Nampak kerusakan di darat dan laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia, supaya Allah merasakan kepada mereka, sebagian dari (akibat) perbuatan mereka agar mereka kembali (jalan yang benar)" (QS. Ar-Rum,41).

Kegiatan pengembangan integrasi tanaman-ternak ditargetkan untuk memberikan nilai tambah bagi pengembangan usaha budidaya tanaman, sekaligus dengan meningkatkan jumlah populasi temak sapi melalui kegiatan integrasi tanaman-ternak untuk usaha budidaya sapi di lahan perkebunan, lahan tanaman pangan, lahan hortikultura, dan lahan kehutanan, dengan cara : 1). Pemberian kredit murah jangka panjang dan atau modal abadi dari pemerintah daerah kepada kelompok peternak yang memelihara ternaknya di lahan perkebunan, di sekitar lahan tanaman pangan, hortikultura atau di lahan kehutanan, untuk digunakan dalam pengadaan sapi bibit dan fasilitas pendukungnya, 2) Pengadaan sarana prasarana untuk mewujudkan usaha peternakan pola integrasi dan untuk mencukupi kebutuhan pakan dari limbah pertanian atau limbah agroindustri lainnya. Juga integrasi temak-tanaman melalui program CSR dari perusahaan perkebunan atau agribisnis lainnya, dengan cara : 1) Perusahaan agribisnis (di luar bidang peternakan) menyediakan bantuan ternak, kredit lunak, ataupun modal abadi kepada kelompok peternak yang berusaha di lahan perusahaan tersebut untuk menambah populasi sapi, 2) Perusahaan pertambangan atau lainnya (bukan usaha agribisnis peternakan) menyediakan bantuan ternak, kredit lunak, ataupun modal abadi bagi kelompok peternak di sekitar atau di luar usaha non-agribisnis tersebut untuk mengembangkan usaha petenakan.

Selain itu, berdasarkan kajian yang telah dilakukan penulis dalam Tesis "Kajian Sistem Pertanian Terpadu Dengan Komoditas Sapi Potong, Jagung dan Kacang Tanah" juga memberikan gambaran bahwa penerapan pertanian terpadu dengan komoditas sapi potong, jagung dan kacang tanah layak untuk dikembangkan pada petani dan petermak dengan menerapkan teknologi pengolahan limbah kotoran ternak (kompos) dan teknologi pengolahan limbah

tanaman (silase) guna mendukung ketahanan pakan dan pangan. Pada kajian ini penulis mencoba melakukan uji coba penggunaan pupuk organik dari feces dan urine sapi serta defoliasi pada tanaman yang ditumpangsarikan antara jagung dan kacang tanah kemudian uji coba pemanfaatan limbah tanaman baik jagung dan kacang tanah yang telah mengalami proses pengolahan (silase) dengan mengkombinasikan silase jagung dan silase kacang tanah pada usaha penggemukan sapi Bali. Hasil kajian diperoleh bahwa terdapat interaksi antara defoliasi daun di bawah tongkol dengan pemberian kompos terhadap produksi jagung pipilan kering, produksi limbah jagung, produksi polong kering kacang tanah dan produksi limbah kacang tanah dan kombinasi silase jagung dan silase kacang tanah memberikan respon yang baik terhadap konsumsi dan pertambahan bobot badan sapi bali dan dari hasil analisis ekonomi memperlihatkan bahwa usahatani terpadu lebih menguntungkan dibanding dengan usahatani tanaman atau usahatani ternak.

Kiranya tepatlah jika program SAJADA dianggap sebagai manifestasi system pertanian terpadu yang telah dicanangkan pemerintah daerah Kabupaten Boalemo melalui pasangan ILHAM (Ir. H. wan Bokings, MM dan Ir. H. Laode Haimuddin, MM) menjadi sebuah program inovatif dan religius yang memiliki nilai-nilai luhur yang sangat mendalam karena sesungguhnya mengedepankan pada aspek aspek religius, kebersamaan, keterpaduan, keberlanjutan dan keselamatan lingkungan yang muaranya adalah peningkatan pendapatan masyarakat untuk kesejahteraan petani dan peternak.

Akhimya penulis, menaruh harapan besar pada program SAJADA Boalemo untuk menjadi sebuah program yang terencana dengan pendekatan holistik, terpadu dan terpola antara komponen komponen produksi sehingga dapat menghasilkan produk yang optimal untuk memenuhi kebutuhan teknis, biologis dan sosial-ekonomi petani pada khususnya dan masyarakat pada umumnya tanpa mengganggu kelestarian lingkungan. Dalam implementasinya, program ini diharapkan dapat memperoleh dukungan dana yang memadai karena bagaimanapun dalam perjalanannya kelak justru menghadapi tantangan dan berbagai permasalahan baik dari aspek teknis, ekonomi, sosial maupun kebijakan-

kebijakan pendukungnya. Tak kalah pentingnya adalah koordinasi antar instansi, antar sektor, serta antar pengemban kepentingan sehingga program ini menjadi tidak sla-sia, berjalan sesuai dengan visi, misi dan grand strategi pembangunan Boalemo dan dapat dikenang karena benar-benar dapat merubah hidup para petani dan peternak menjadi lebih baik. Semoga.

DAFTAR PUSTAKA

Abidin, Z. 2002. *Penggemukan Sapi Potong*. AgroMedia Pustaka. Jakarta.

Adisarwanto, T. Y.E. Widyastuti. 2005. *Meningkatkan Produksi Kacang Tanah di Lahan Sawah dan Lahan Kering*. Penebar Swadaya. Jakarta.

Adianto. 1993. *Biologi Pertanian, Pupuk Kandang, Pupuk Organik Nabati dan Insektisida.* Penerbit Alumni, Bandung.

[AOAC] Assosiation of Official Analytical Chemist. 1999. *Official Methods of Analysis.* Ed ke-16. Washington: AOAC International.

Amali. N. E. S. Rohaeni, A. Darmawan, Sumanto, A. Subhan, Pagiyanto dan S. Nurarwaliyah. 2003. *Pengkajian adaptif sapi potong dalam sistem usahatani tanaman pangan di lahan kering Kalsel*. BPTP Kalimantan Selatan. Banjarbaru.

Anwar, K. 2003. *Pengelolaan dan pemanfaatan kotoran ternak dalam peningkatan produksi tanaman pangan*. Makalah Temu Aplikasi Paket Teknologi Pertanian di BPTP Kalsel tanggal 8 – 9 Desember 2003.

Arifin, 1988. *Studi Beberapa Unsur Iklim Mikro Tanaman Jagung Pada Sistem Pertanaman Tunggal dan Tumpangsari dengan Kacang Tanah*. Agrivita 10: 41 – 47.

Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian 2000. *lntegrasi sapi di lahan pertanian* (crop livestock production systems) Jakarta.

Bandini, Y. 2001. *Sapi Bali*. Penebar Swadaya. Jakarta.

Beets, W.C. 1982. *Multiple Cropping and Tropical Farming System*. The Asian Development Bank. Manila.

Brown, R.H. 1988. *Growth of the Green Plant. In M.B. Tesar (ed.) Physiological Basis of Crop Growth and Development*. ASA, CSSA, Madison, WI.

Coblenzt W. 2003. *Principles of Silage Making*. http://www.uaex.edu [Juli 2008].

Diwyanto, K., dan B. Haryanto. 2003. *Integrasi Ternak dengan Usaha Tanaman Pangan.* Makalah disampaikan pada Temu Aplikasi Paket Teknologi di BPTP Kalimantan Selatan. 8-9 Desember 2003 di Banjarbaru.

Effendi.S, dan Sulistiawati.N. 1991. *Bercocok Tanam Jagung*. CV Yasaguna, Jakarta

Ensminger ME, Olfield JE, Hineman WW. 1990. *Feed and Nutrition (Formely Feed and Nutrition Complete)* Ed ke-2. USA: The Ensminger Publishing California.

Faesal, M. Akil dan E.O. Momuat. 2003. *Pengaruh Subtitusi N-urea dengan N-pupuk organik terhadap hasil jagung*. Risalah Penelitian Jagung dan Serealia Lain. Balai Penelitian Tanaman Serealia. Vol. 8:35-39.

Furqaanida N. 2004. *Pemanfaatan Klobot Jagung sebagai Substitusi Sumber Serat Ditinjau dari Kualitas Fisik dan Palatabilitas Wafer Ransum Komplit untuk Domba* [skripsi]. Bogor. Fakultas Peternakan. Institut Pertanian Bogor.

Foth, H.D. 1998. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.

Gaspersz. V; 1999. *Metode Perancangan Percobaan untuk Ilmu-Ilmu Pertanian, Ilmu-Ilmu Teknik,* Biologi. CV. Armico, Bandung.

Guritno, B., Adisarwanto. T,. dan Legowo, L. 1997. *Teknologi Tepat Guna Lahan Kering di Kawasan Timur Indonesia Bagian Selatan*. Dalam Prosiding Simposium Nasional dan Kongres VI PERAGI 25 – 27 Juli 1996. Perhimpunan Agronomi Indonesia.

Goldsworthy, P.R., N.M. Fisher, 1996. *Physiology of Tropical Field Crop* (Fisiologi Tanaman Budidaya Tropik Terjemahan Tohari). Gajah Mada University Press. Yogyakarta.

Hari Suseno, 1981. *Fisiologi Tumbuhan. Metabolime Dasar dan Beberapa Aspeknya.* Departemen Botani. Fakultas Pertanian IPB. Bogor.

Hashemi-Dezfouli, A., and S.J. Herbert. 1992. *Intensifying Plant Density Responses of Corn With Artificial Shade*. Agron J. 84: 547-551.

Kadekoh, I. 2003. *Efisiensi Penggunaan Lahan, Nilai Setara Kalori, dan Protein pada Berbagai Waktu Defoliasi Jagung dan Jarak Tanam Kacang Tanah dalam Sistem Tumpangsari pada Musim Berbeda*. J. Agrikultura 14: 99 – 105

Kadekoh. I. 2005. *Pengembangan pertanian lahan kering berkelanjutan dengan pola tumpangsari dan budidaya lorong.* Orasi Ilmiah Pengukuhan Guru Besar Universitas Tadulako. Universitas Tadulako. Palu.

Lingga, P. 1994. Petunjuk dan Penggunaan Pupuk. Penebar Swadaya. Jakarta.

Marzuki, R. 2007. *Bertanam Kacang Tanah*. Penebar Swadaya. Jakarta.

Moran J. 2005. *Tropical Dairy Farming: Feeding manajement for smallholder dairy farmers in the humid tropics*. Australia: Landlinks Press.

Murni R., Suparjo., Akmal dan B. L. Ginting. 2008. *Bahan Ajar Teknologi Pemanfaatan Limbah untuk Pakan.* Laboratorium Makanan Ternak Fakultas Peternakan Universitas Jambi. Jambi.

Najib, M., E. S. Rohaeni, dan Tarmudji. 1997. *Peranan ternak sapi dalam system usahatani tanaman pangan di lahan kering.* Prosiding Seminar Nasional Peternakan dan Veteriner. Bogor. 18-19 Nopember 1997. Jilid II. P. 759-766. Wageningen Agric. Univ. Wageningen. Netherland.

Nasaruddin. 2002. *Dasar-Dasar Fisiologi Tumbuhan*. Jurusan Budidaya Tanaman. Fakultas Pertanian dan Kehutanan. Universitas Hasanuddin. Makassar.

Nirwana, T.J., 2002. *Peningkatan Efektivitas Metanol untuk Menaikkan Produksi Kedelai dengan Menambahkan Kompos*. Tesis Pascasarjana Universitas Hasanuddin. Makassar.

Bitis, I.M. 1999. *Ketahanan Pakan Ternak di Kawasan Timur Indonesia*. BKS PTN INTIM. Makassar.

Parakkasi A. 1999. *Nutrisi dan Makanan Ternak Ruminan.* Jakarta: Universitas Indonesia Press.

Pasaribu TB, Tangendjaja, Wina E. 1995. Sialse kulit jagung manis sebagai pakan domba. Di dalam: *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Peternakan.* Hlm 170 – 175.

Perry TW, Cullison AE, Lowrey RS. 2003. *Feeds and Feeding*. 6th Ed. New Jersey: Prentice Hall Inc.

Prasetyo T, Muryanto dan C. Setiani. 2004. Sistem integrasi kacang tanah ternak di lahan kering Jawa Tengah. *Prosiding Seminar Nasional Sistem Integrasi Tanaman Ternak.* Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan. Bogor. Hal: 329 – 337.

Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin. 2006. *Pedoman Penulisan Tesis dan Disertasi*, Makassar.

Purnamawati, H. dan Purwono. 2002. *Budi Daya 8 Jenis Tanaman Pangan Unggul.* Penebar Swadaya. Jakarta.

Rasjid S. 2005. Keajaiban Ruminansia. Orasi Ilmiah Pengukuhan Guru Besar. Disampaikan dalam Rapat Senat Terbuka Luar Biasa Universitas Hasanuddin 7 Mei 2005. Hasanuddin University Press.

Reijntjes, C. Haverkart, B. and Waters, B. 1999. *Pertanian Masa Depan. Pengantar Untuk Pertanian Berkelanjutan dengan Input Luar Rendah*. Kanisius. Yogyakarta.

Rukmana, R.H., 1997. *Usaha Tani Jagung*. Kanisius. Jakarta.

Rukmana, R. 1998. *Kacang Tanah*. Kanisius. Yogyakarta.

Rusdy, M. 2017. *Pengawetan Hijauan Pakan*. Social Politic Genius. Makassar.

Rohaeni ES, Amali N, Subhan A. 2006. *Jenggel Jagung Fermentasi sebagai Pakan Alternatif untuk Ternak Sapi pada Musim Kemarau.* Di dalam : Prosiding Lokakarya Nasional Jejaring Pengembangan Sistem Integrasi Jagung-Sapi; Pontianak, 9-10 Agustus 2006. Puslitbangnak. Departemen Pertanian. Hlm 193-196.

Rosliani, R. Hilman, Y. 2002. *Pengaruh Pupuk Urea Hayati dan Pupuk Organik Penambat Nitrogen terhadap Pertumbuhan dan Hasil Bawang Merah*. Hortikultura 12 (1): 17-27.

Salahuddin, S. dan I. Ladamay,. 1997. *Potensi dan Kendala Pengembangan Pertanian Lahan Kering di Indonesia*. Hal 147 – 158 dalam Prosiding Simposium Nasional dan Kongres VI PERAGI 25 – 27 juli 1996. Perhimpunan Agronomi Indonesia.

Salisbury, F.B. C.W. Ross. 1991. *Plant Physiology (Fisiologi Tumbuhan Terjemahan Diah R. Lukman dan Sunaryono)*. Jilid 3 ITB. Bandung.

Salundik. dan Simamora, S. 2006. *Meningkatkan Kualitas Kompos*. AgroMedia Pustaka. Jakarta.

Saragih, S.E,. 2008. *Pertanian Organik Solusi Hidup Harmoni dan Berkelanjutan*. Penebar Swadaya. Jakarta.

Sarief, S. 1984. *Kesuburan dan Pemupukan Tanah Pertanian*. Pustaka Buana. Bandung.

Scott ML, Nesheim MC, Young RJ. 1982. *Nutrition of the Chicken*. Ed ke-3 Ithaca: Scott and Assosiation.

Setyamidjaja, D. 1986. *Pupuk dan Pemupukan*. CV. Simplex. Jakarta

Soeprapto.H. Abidin. Z. 2006. *Cara Tepat Penggemukan Sapi Potong.* AgroMedia Pustaka. Jakarta.

Soekartawi. 2003. *Agribisnis dalam Perspektif Pembangunan yang Berkelanjutan.* Agrodiklat. Jakarta.

Sri Hartati, 1989. *Pemangkasan Tanaman Legum dalam Usaha Optimalisasi Fiksasi N.* Jurnal Agroteksos. Universitas Mataram. Mataram.

Subandi dan Zubachtirodin. 1988. *Prospek Pertanaman Jagung dalam Produksi Biomas Hijauan Pakan.* BPTP Nusa Tenggara Barat. Mataram.

Sudaryanto T dan Ilham. 2001. Upaya Peningkatan Efisiensi Usaha Ternak Ditinjau dari Aspek Agribisnis Yang Berdaya Saing. Puslitbangnak. Bogor.

Sukara, E. 2003. *Keanekaragaman Hayati (Emas Hijau), Alternatif Bagi Indonesia Keluar dari Krisis Multidimensi. Orasi pengukuhan sebagai Ahli Peneliti Utama Bidang Mikrobiologi.* Pusat Penelitian Bioteknologi LIPI. Bogor.

Sugeng, B. 2000. *Sapi Potong*. Penebar Swadaya. Jakarta.

Suprapto. H. S., dan Marzuki 2004. *Bertanam Jagung*. Penerbit Swadaya, Jakarta.

Sutanto, R. 2002. *Pertanian Organik Menuju Pertanian Alternatif dan Berkelanjutan.* Kanisius. Yogyakarta.

Sutedja, M.M., 1995. *Pupuk dan Cara Pemupukan*. PT. Rineka Cipta. Jakarta.

Tillman, A.D., Hartadi, H. Reksohadiprodjo, S. Prawirokusumo, S. dan Lebdosoekojo, S,. 1989. *Ilmu Makanan Ternak Dasar*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.

Trenbath, B.R. 1983. *Plant Interaction in Mixed Crop Communities*. P. 129 – 140.

Wididana, G.N. dan Muntayoh. 1999. *Pusat Pendidikan dan Pelatihan Teknologi EM.* IPSA. Jakarta.

Yassi. A, 2002. *Retensi Stress Air Pertanaman Kedelai (Glycine max L.Merr) pada Berbagai Pemberian Mikroba dan Organik*. Agrivigor, 2(3): 261-269.

INTEGRATED FARMING SYSTEM
PAKAN SILFER & PUPUK ORGANIK
"Model Rintisan Bank Pakan & Kampung Organik"

Dr. Ir. Syamsul Bahri, MP lahir di kampung Panrita Lopi Tanahberu Bontobahari Kabupaten Bulukumba Sulawesi Selatan, 14 Mei 1969. Pendidikan Dasar dan Menengah diselesaikan di tanah kelahirannya. Tamat SD Negeri 155 Centre 1983, SMPN Bontobahari 1985 dan SMAN Bontobahari 1988. Menyelesaikan pendidikan sarjana di Jurusan Nutrisi dan Makanan Ternak Fakultas Peternakan Universitas Sam Ratulangi Manado tahun 1992. Pendidikan Magister diselesaikan pada program studi Sistem-Sistem Pertanian minat Peternakan Pascasarjana Universitas Hasanuddin tahun 2009 dan pendidikan Doktor pada program studi Ilmu Pertanian minat Peternakan Pascasarjana Universitas Hasanuddin Makassar tahun 2018.

Sejak tahun 2003 sampai sekarang aktif sebagai pengajar dan pengampuh mata kuliah Bahan Pakan Formula Ransum, Hijauan Pakan Ternak, Padang Penggembalaan, pupuk dan pemupukan, Integrasi Peternakan, Pertanian Terpadu, Nutrisi Ternak Ruminansia, dan Bioteknologi Pakan pada Jurusan Peternakan Fakultas Pertanian Universitas Negeri Gorontalo dengan jabatan fungsional Lektor Kepala. Selain sebagai pengajar di kampus, penulis juga aktif di berbagai organisasi profesi di luar institusi seperti Sekertaris Perhimpunan Peternak Sapi dan Kerbau Indonesia (PPSKI), Pengurus Perhimpunan Sarjana Pertanian Indoneisa (PISPI) dan Ketua Ikatan Sarjana Peternakan Indonesia (ISPI) cabang Gorontalo.

Dalam menjalani karir sebagai dosen, penulis telah melakukan beberapa penelitian tentang integrasi jagung tumpangsari kacang tanah dan sapi potong, penyusunan grand design pembangunan peternakan Provinsi Gorontalo, analisis potensi dan daya dukung limbah tanaman pangan Kabupaten Bone Bolango, integrasi jagung, gamal dan sapi potong, penggunaan silase pakan komplit dan dipandang memberikan kontribusi luas bagi perkembangan intelektual di Gorontalo. Karena kesetiaan pada tugas itulah, Presiden Republik Indonesia Bapak Dr. H. Susilo Bambang Yudhoyono menganugerahkan Tanda Kehormatan Satyalencana Karya Satya X Tahun pada tanggal 13 Agustus 2014 dengan Keputusan Presiden RI No. 71/TK/Tahun 2014.