

Jerami Padi

Pengelolaan dan Pemanfaatan



Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan
Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian
2007



Jerami Padi: Pengelolaan dan Pemanfaatan

Penyusun:

**A. Karim Makarim
Sumarno
Suyanto**

Penyunting:

**Hermanto
Sunihardi**

**Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan
Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian
2007**

Pengantar

Jerami padi memiliki banyak manfaat. Di Cina, limbah tanaman padi ini dimanfaatkan untuk bahan kompos, pakan ternak, mulsa untuk tanaman sayuran dan buah-buahan, bahan bakar di rumah tangga, bahan industri kerajinan, atap rumah, dan media tumbuh jamur merang. Tidak ada jerami yang dibakar di ladang atau di sawah.

Di Jepang, jerami padi umumnya dikomposkan atau dimasukkan ke dalam tanah saat membajak setelah dipotong-potong dan dikeringkan. Budaya membakar jerami sudah ditinggalkan petani sejak akhir tahun 1990an. Di Korea, jerami padi umumnya dimanfaatkan untuk bahan kompos, pakan ternak, media tumbuh jamur, mulsa sayuran, atap, dan tidak ada budaya membakar jerami.

Di Indonesia, sebagian besar petani menganggap jerami padi tidak memiliki nilai ekonomi, bahkan dianggap sebagai limbah yang mengganggu pengolahan tanah dan penanaman padi. Oleh karena itu, mereka membiarkan jerami miliknya diambil oleh orang lain atau membakarnya di tempat. Sebagaimana diketahui, membakar jerami menimbulkan banyak kerugian, terutama merusak lingkungan dan keseimbangan hayati.

Buku ini berisikan informasi yang cukup komprehensif tentang pengelolaan dan pemanfaatan jerami padi. Dengan pengelolaan yang tepat, limbah tanaman ini dapat memberikan banyak manfaat, antara lain sebagai sumber hara tanaman, bahan organik, dan pembenah tanah yang berdampak terhadap peningkatan hasil tanaman.

Bogor, April 2007

Kepala Pusat Penelitian dan
Pengembangan Tanaman Pangan

Prof. Dr. Suyamto

Daftar Isi

PENGANTAR.....	iii
PENDAHULUAN	1
BIOMAS DAN SIFAT JERAMI PADI	3
Biomass jerami padi dan faktor yang mempengaruhinya	3
Sifat jerami padi	6
REAKSI JERAMI PADI PADA TANAH SAWAH	9
PEMANFAATAN JERAMI SECARA KONVENSIONAL.....	12
PEMANFAATAN JERAMI PADI DI NEGARA LAIN	18
Penggunaan jerami di Cina	21
Penggunaan jerami di India	22
Penggunaan jerami di Jepang dan Korea	23
Penggunaan jerami di Thailand, Filipina, Indonesia, Burma, dan Malaysia	23
Pemanfaatan jerami di Vietnam	24
POTENSI PEMANFAATAN JERAMI PADI	26
Sumber hara tanaman	26
Sumber bahan organik dan pembenah tanah	28
Jerami sebagai bahan kompos	29
Meningkatkan hasil tanaman	30
Konservasi lahan	33
Sumber pakan ternak	33
Jerami sebagai media jamur merang.....	42
Retardan dan promotor jasad renik.....	42
Bahan bakar dan biogas	43
Jerami untuk pemeliharaan ikan/udang.....	45
Jerami sebagai bahan baku industri	45
Bahan penjerap logam berat dalam air	47
DAMPAK SALAH KELOLA JERAMI PADI.....	47
PENGLOLAAN JERAMI PADI	49
PENUTUP	51
DAFTAR PUSTAKA	52

PENDAHULUAN

Di Indonesia, jerami padi belum dinilai sebagai produk yang memiliki nilai ekonomis. Petani membiarkan siapa saja untuk mengambil jerami dari lahan sawahnya. Di beberapa daerah, petani bahkan senang bila sawahnya bebas dari jerami. Pada sistem usahatani yang intensif, jerami sering dianggap sebagai sisa tanaman yang mengganggu pengolahan tanah dan penanaman padi. Oleh karena itu, 75-80% petani membakar jerami di tempat, beberapa hari setelah padi dipanen. Sebagian petani memotong jerami dan menimbunnya di pinggir petakan sawah, kemudian membakarnya.

Tanpa disadari, tujuan membakar jerami di tempat adalah untuk mengembalikan hara dari jerami ke dalam tanah, mematikan hama yang tertinggal pada jerami, mematikan patogen penyakit dan memusnahkan gulma. Tetapi tujuan utama petani membakar jerami adalah menyingkirkan jerami dari petakan sawah dengan cara yang praktis. Perhitungan untung-rugi atas tindakan pembakaran jerami belum dipertimbangkan oleh petani.

Tidak semua hama tanaman akan mati pada saat jerami dibakar karena hama dewasa dapat berpindah tempat. Tikus akan masuk ke liang dan beberapa jenis gulma, seperti rumput teki (*Cyperus rotundus*), tidak mati pada saat jerami dibakar. Sebaliknya, parasit dan predator yang berfungsi sebagai musuh alami hama dan penyakit justru mati pada saat jerami terbakar, sehingga berpengaruh negatif terhadap keseimbangan hayati. Demikian juga mikroba yang berguna dalam proses biologis, seperti perombak bahan organik, pengikat nitrogen, dan mikroba yang memiliki fungsi biologis lain, akan ikut mati dan sukar tergantikan keberadaannya. Suhu di permukaan tanah pada saat jerami terbakar menurut Amarasiri dan Wickremasinghe (1977) dapat mencapai 700°C, yang tentu saja mematikan kehidupan parasit, predator, mikroba, hama, dan penyakit di tempat pembakaran. Beberapa jenis hara juga akan hilang akibat pengaruh suhu tinggi pada saat pembakaran jerami.

Jumlah jerami padi memang cukup banyak, bergantung pada luas pertanaman. Perbandingan antara bobot gabah yang dipanen dengan jerami (*grain straw ratio*) pada saat panen padi umumnya

2:3. Kalau produksi gabah nasional 54 juta ton pada tahun 2005, berarti terdapat 80 juta ton jerami pada tahun tersebut. Apabila jerami diangkut ke luar persawahan dengan truk, masing-masing truk berkapasitas muat 4 ton, maka diperlukan 20 juta truk untuk mengangkut jerami setiap tahun. Pada tahun 2010 produksi jerami diperkirakan mencapai 84 juta ton. Untungnya jerami padi tidak harus diangkut ke luar petakan sawah dan panen padi tidak dalam waktu yang bersamaan. Dari satu hektar lahan sawah dihasilkan 5-8 ton jerami, bergantung pada varietas yang ditanam dan tingkat kesuburan tanaman. Pada hamparan 100 ha pertanaman padi yang panennya bersamaan berarti dihasilkan 500-800 ton jerami. Penimbunan jerami pada petakan sawah memerlukan areal 5-7% dari total luas petakan.

Pada umumnya petani belum memperlakukan jerami sebagai bagian integral dari usahatani padi. Hak kepemilikan jerami di sawah tidak jelas, kecuali pada kasus tertentu dan mereka menyatakan jerami padinya akan digunakan sendiri. Oleh karena itu, para pencari jerami memanfaatkan potensi ini dan jerami yang mereka dapatkan dengan gratis dijual kepada pihak yang memerlukan. Jerami dapat digunakan sebagai bahan baku industri kertas, bahan substrat jamur atau sebagai bahan pembakar bata. Pengangkutan jerami keluar petakan berarti kehilangan hara secara permanen dari lahan yang bersangkutan. Praktek yang demikian menguruskan tanah dan memiskinkan kandungan bahan organik tanah.

Dengan diperkenalkannya berbagai konsep pertanian ramah lingkungan seperti pertanian organik, SRI (*System Rice Intensification*), PTT (pengelolaan tanaman dan sumber daya terpadu), dan agroekoteknologi, sudah selayaknya jerami didaur ulang di tempat asalnya (*in situ*), sehingga terjadi sistem pertanian padi nirlimbah (*zero waste rice production system*). Manfaat jerami perlu digali dan dikembangkan menjadi barang berharga mengingat potensinya yang sangat besar dan tidak akan habis-habisnya.

Disadari adanya kendala dalam pendauran ulang jerami secara *in situ*, seperti terbatasnya tenaga kerja di pedesaan, belum tersedianya teknologi, waktu antartanam (*turn-around time*) yang singkat, dan masih rendahnya pengetahuan petani tentang manfaat jerami sebagai sumber hara yang potensial. Namun



Gambar 1. Bagi sebagian besar petani, panen padi adalah panen gabah, tidak termasuk jerami.

dengan semakin berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi, kendala tersebut dapat diatasi.

Buku ini disusun sebagai dasar dalam memilih berbagai alternatif pengelolaan dan pemanfaatan jerami padi.

BIOMAS DAN SIFAT JERAMI PADI

Biomass Jerami Padi dan Faktor yang Mempengaruhinya

Jerami adalah bagian vegetatif dari tanaman padi (batang, daun, tangkai malai). Pada waktu tanaman dipanen, jerami adalah bagian tanaman yang tidak dipungut. Bobot jerami padi merupakan fungsi dari (a) rejim air, (b) varietas, nisbah gabah/jerami, (c) cara budi daya, (d) kesuburan tanah, dan (e) musim, iklim, dan tinggi tempat.

Rejim Air

Perbedaan hasil gabah antara padi yang dibudidayakan pada lahan kering (gogo) dengan di lahan sawah cukup besar, rata-rata 2,0 ton berbanding 4,9 ton/ha. Bobot jerami yang dihasilkan juga berbeda yaitu sekitar 3 ton/ha dari padi gogo dan 7,4 ton/ha dari padi sawah, karena nisbah gabah dan jerami dari varietas yang digunakan hampir sama, yaitu 2:3. Ketersediaan air merupakan faktor utama yang berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman. Pada padi gogo di mana air pengairan hanya bergantung pada hujan, adakalanya tanaman mengalami kekurangan air pada fase tumbuh tertentu. Tanaman yang kekurangan air pada fase vegetatif sangat berpengaruh terhadap bobot jerami. Tanaman padi sawah yang memperoleh pengairan optimal dapat menghasilkan jerami 7-8 ton/ha.

Varietas Tanaman

Produksi jerami berbeda antarvarietas meskipun sama-sama ditanam pada rejim air, tanah, dan musim yang sama. Hal ini erat hubungannya dengan sifat genetik varietas yang diekspresikan dalam bentuk morfologi tanaman (tinggi tanaman, jumlah anakan, ketebalan batang, kerimbunan daun), pola *partisioning* karbohidrat/biomas, dan lamanya fase tumbuh (umur tanaman). Varietas berbatang pendek dan anakan sedikit menghasilkan jerami lebih sedikit dibandingkan dengan varietas berbatang tinggi dan anakan banyak. Varietas padi berumur panjang (>5 bulan) menghasilkan biomas jerami dengan bobot lebih berat dibandingkan dengan varietas umur pendek, karena lebih lamanya waktu dalam memproduksi biomas, terutama pada fase vegetatif. Bobot jerami berkisar antara kurang dari 3 ton/ha sampai 15 ton/ha (Tabel 1), bergantung varietas. Di antara varietas unggul modern, Fatmawati menghasilkan jerami paling sedikit, karena jumlah anakannya sedikit.

Nisbah gabah/jerami (*grain straw ratio*) juga sangat beragam, berkisar antara 0,3-1,2. Varietas padi modern dalam pertumbuhan optimal mempunyai nisbah gabah/jerami 0,6-0,7 atau 60-70%. Tanaman dengan nisbah gabah/jerami rendah (<50%), tidak produktif, atau banyak tumbuh bagian vegetatif. Tanaman padi yang jeraminya banyak tetapi hasil gabahnya sedikit tidak di-

Tabel 1. Bobot jerami padi dari berbagai varietas dengan pengelolaan tanaman yang optimal.

Varietas	Lokasi	Musim	Bobot jerami (ton/ha)	Nisbah gabah/ jerami
Shin-Ri	Sapporo, Jepang	Kemarau	4,3	1,2
Tainan 3	Taichung, Taiwan	Semi	3,7	1,2
Tainan 3	Taichung, Taiwan	Kemarau	2,8	1,2
Dawley 4-2	Chengmai, Thailand	Kemarau	4,9	0,5
Meng Naung 62	Chengmai, Thailand	Kemarau	15,2	0,3
Peta	Los Banos, Filipina	Hujan	8,5	0,4
Peta	Los Banos, Filipina	Kemarau	6,8	0,9
Subang Intan	Bukit Merah, Malaysia	Hujan	5,8	0,6
IR8	IRRI	Hujan	6,5	0,4
Peta	IRRI	Hujan	10,3	0,2
IR42	IRRI	Hujan	6,4	0,7
IR48	IRRI	Hujan	8,2	0,5
IR26	IRRI	Hujan	5,3	0,8
IR34	IRRI	Hujan	6,5	0,7
IR64	Bogor	Hujan	5,2	1,1
Ciherang	Bogor	Hujan	6,1	1,1
Fatmawati	Bogor	Hujan	5,1	1,1
BP360 (VUTB)	Bogor	Hujan	5,9	1,2

Sumber: IRRI (1965); Ponnampurna (1984); Makarim *et al.* (2005).

kehendaki, karena tujuan usahatani padi adalah untuk memperoleh gabah sebanyak mungkin.

Cara Budi Daya

Hasil gabah dan jerami sangat dipengaruhi oleh cara budi daya seperti jarak tanam atau populasi tanaman, takaran pupuk, dan pemeliharaan tanaman untuk mencegah kehilangan biomas akibat hama dan penyakit.

Kesuburan Tanah

Kesuburan tanah berpengaruh terhadap gabah dan jerami yang dihasilkan. Pada lahan bermasalah, seperti pH rendah, kadar besi tinggi, Al tinggi, kahat hara makro (N, P, K, S) dan mikro (Cu dan Zn), dan lapisan olah tanah dangkal, pertumbuhan tanaman terhambat sehingga jumlah jerami yang dihasilkan sedikit. Hasil

jerami yang diperoleh merupakan indikasi tingkat kesuburan tanah secara umum.

Musim/Iklim/Tinggi Tempat

Musim atau iklim dan tinggi tempat berpengaruh terhadap bobot biomas jerami padi. Hal ini erat hubungannya dengan tinggi-rendahnya radiasi surya selama pertumbuhan tanaman, yang mempengaruhi kecepatan fotosintesis tanaman dan akumulasi biomas. Suhu udara yang tinggi pada malam hari juga berpengaruh terhadap respirasi tanaman, sehingga hasil fotosintat berkurang dan selanjutnya mengurangi produksi gabah dan jerami tanaman. Suhu tinggi juga mempercepat peralihan fase vegetatif ke generatif atau memperpendek masa pertumbuhan tanaman. Akibatnya, bobot jerami rendah.

Sifat Jerami Padi

Jerami padi terdiri atas daun, pelepah daun, dan ruas atau buku. Ketiga unsur ini relatif kuat karena mengandung silika, dan selulosa yang tinggi dan pelapukannya memerlukan waktu yang lama. Namun, apabila jerami padi diberi perlakuan tertentu akan mempercepat terjadinya perubahan strukturnya.

Pengaruh Pemberian Urea

Soejono (1996) mengamati proses perubahan struktur jaringan jerami padi yang diberi perlakuan amoniasi urea 4% dan 6% dari bobot jerami kering. Jerami diperam selama 3 minggu pada kadar air 40%, dan diinkubasikan dalam cairan rumen sapi selama 12 jam. Hasilnya menunjukkan bahwa jaringan parenkim dari jerami padi yang diberi perlakuan urea 4% mulai mengalami penguraian. Dengan takaran urea yang lebih tinggi (6%), selain parenkim, pembuluh batang juga mulai terombak. Inkubasi dalam cairan rumen sapi menyebabkan parenkim terurai, sementara epidermis, pembuluh, dan sklerenkim terombak. Pola perubahan struktur jerami pada pelepah daun hampir sama dengan helaian daun. Pembuluh batang dan sklerenkim sudah mengalami perubahan oleh perlakuan 4% urea. Perlakuan yang sama pada ruas batang, menyebabkan epidermis, jaringan pembuluh, dan sklerenkim



Gambar 2. Jerami kering padi yang belum termanfaatkan.

mengalami perubahan struktur, dan parenkim terurai. Pada perlakuan urea 6%, struktur jerami mulai hancur, menyatu. Inkubasi dalam cairan rumen mengakibatkan jaringan jerami sukar dibedakan, karena mengalami penguraian. Perlakuan amoniasi urea dapat mengubah struktur jerami padi lebih cepat dibandingkan dengan tanpa urea. Urea dapat dimanfaatkan dalam proses pembuatan kompos berbahan jerami di lahan sawah, sehingga diperoleh kompos dalam waktu singkat.

Pengaruh Pemberian Kapur

Berdasarkan penelitian laboratorium, Farida (1995) menggambarkan reaksi jerami padi akibat pemberian urea dan kapur. Jerami yang diberi 5% kapur (dari bobot jerami) mengeluarkan bau sejenis alkohol, setelah 20 hari inkubasi tumbuh jamur dan pH terus menurun. Sebaliknya, jerami yang diberi 3% kapur + 2% urea mengeluarkan bau amoniak, dan pH jerami padi meningkat tajam selama inkubasi.

Pengaruh Pemberian Bakteri Perombak Bahan Organik

Jerami padi menjadi rapuh apabila diberi bakteri perombak bahan organik. Widyastuti (1995) meneliti pencernaan dinding sel jerami padi *in vitro* menggunakan bakteri rumen selulolitik (*R. flavefaciens* 17 dan *F. succinogenes* B12) dan bukan selulolitik (*S. ruminantium* JW13). Pencernaan dinding sel jerami padi oleh *R. flavefaciens* 17, *F. succinogenes* B12, *R. flavefaciens* 17 + *F. succinogenes* B12, *R. flavefaciens* 17 + *S. ruminantium* JW 13 dan *R. flavefaciens* 17 + *F. succinogenes* B12 + *S. ruminantium* JW13 masing-masing 22,6%, 23,3%, 23,4%, 22,3%, dan 25,4%.

Kecernaan komponen monosakarida tertinggi adalah arabinosa (35,4%), diikuti oleh silosa (28,9%) dan glukosa (24,5%). Produk fermentasi yang dihasilkan oleh bakteri selulolitik adalah asam asetat dan suksinat. Adanya bakteri bukan selulolitik dalam kultur campuran mengubah asam suksinat menjadi asam propionat. Aktivitas enzim xylanase yang dihasilkan lebih banyak, sekitar 10 kali lipat dibanding carboxymethyl celulase.

Masalah utama pemanfaatan jerami padi adalah tingginya kadar selulosa sehingga pelapukannya memerlukan waktu lama. *Trichoderma* mempunyai potensi paling tinggi dalam perombakan selulosa dibandingkan dengan jamur-jamur perombak lainnya. Penelitian di rumah kaca menunjukkan bahwa pemberian *Trichoderma B* pada jerami yang dipotong-potong menurunkan nisbah C/N jerami pada minggu ke-2 hingga ke-3. Pada minggu ke-4 nisbah C/N jerami menjadi 20 dari nisbah 44,4 (Suhartatik *et al.* 1999).

Dekomposisi bahan organik atau pengomposan merupakan proses pelapukan bahan organik oleh mikroorganisme pengurai menjadi bagian-bagian yang lebih sederhana (Prastowo *et al.* 1995). Proses pengomposan dapat berlangsung cepat atau lambat, bergantung pada (1) kondisi bahan organik, (2) mikroorganisme yang ada, (3) kelembaban, (4) suhu, (5) pH, dan (6) lingkungan. *Effective Microorganism* (EM4) merupakan inokulan yang mengandung 90% *Lactobacillus* sp. dan mikroorganisme yang lain, termasuk jamur. Sebagai inokulan, EM4 dapat melakukan fermentasi dan mengaktifkan mikroorganisme yang sudah ada, sehingga pengomposan berlangsung lebih baik. Hasil penelitian menunjukkan, EM4 dapat mempercepat dekomposisi jerami

steril, tetapi pada jerami tidak steril kurang optimal. Pelapukan jerami ditunjukkan oleh menurunnya nilai kompresibilitas. Penurunan nilai kompresibilitas pada minggu ke-1 sampai ke-3 nyata lebih cepat, sedangkan pada minggu ke-4 hingga ke-12 tidak nyata. Dekomposisi jerami menghasilkan fraksi organik yang terdiri atas asam humat dan fulvat.

Pengaruh Jamur

Identifikasi menunjukkan bahwa yang berperan dalam proses dekomposisi jerami dengan pemberian EM4 adalah jamur benang (fungi) yang terdiri atas *Rhizopus* sp., *Penicillium* sp., *Aspergillus* sp. selain bakteri selulosa. Dalam praktek telah banyak dihasilkan biakan mikroba yang berfungsi mempercepat dekomposisi jerami, seperti "starbio" dan "emas".

REAKSI JERAMI PADI PADA TANAH SAWAH

Jerami yang mengandung sekitar 40% C dan mudah dirombak secara biologis merupakan substrat untuk pertumbuhan mikroorganisme tanah. Ketika jerami ditanam ke sawah, maka dalam tanah segera terjadi berbagai reaksi biokimia seperti (a) reduksi tanah yang berkaitan dengan perubahan kimia listrik, (b) imobilisasi dan fiksasi N, (c) produksi asam-asam organik, dan (d) pelepasan gas CO_2 , CH_4 , C_2H_4 , dan H_2S (Yoshida 1978). Proses tersebut secara langsung maupun tidak langsung mempengaruhi ketersediaan dan penyerapan hara oleh tanaman.

Reduksi Tanah

Pembenaman jerami dapat mempercepat dan mengintensifkan kondisi reduktif tanah, menaikkan pH dan daya hantar listrik tanah masam (Beye *et al.* 1977a). Dengan berubahnya kimia listrik tanah terjadi kenaikan konsentrasi Fe, Mn, NH_4 , K, asam-asam organik, zat-zat tereduksi, dan CO_2 dalam larutan tanah. Peristiwa ini lebih jelas pada tanah berpasir dibandingkan dengan tanah liat. Untuk menghindari pengaruh buruk pembenaman jerami ke dalam tanah berpasir diperlukan waktu lebih lama (1 bulan setelah pembenaman jerami) sebelum tanam bibit padi dilakukan. Namun

pemberian jerami padi beserta pupuk hijau pada tanah sangat masam mempercepat proses reduksi dan menaikkan pH tanah, sehingga konsentrasi Fe menurun dan keracunan Fe terhadap tanaman padi berkurang. Percepatan dan intensifnya perubahan potensi reduksi-oksidasi (Eh) dan pH tanah, serta puncak konsentrasi Fe, Mn dan CO₂ larut air akibat pemberian jerami tidak berlangsung lebih dari 3 minggu (Katyal 1977).

Imobilisasi Nitrogen

Jerami padi yang ditanam ke tanah sawah pada awalnya akan mengimobilisasi N tersedia di tanah. Kondisi ini sering menyebabkan tanaman padi muda tampak kekuning-kuningan. Imobilisasi ini bersifat sementara, dan pengaruhnya pada tanah sawah lebih kecil daripada lahan kering. Unsur N yang terikat jerami berkurang dengan semakin tingginya konsentrasi N dalam jerami dan suhu tanah. Proses dekomposisi jerami selanjutnya adalah melepas N (rem mineralisasi) yang berlangsung hingga 100 hari (Lin *et al.* 1980). Oleh karena itu, untuk menghindari pengaruh negatif pembenaman jerami langsung ke tanah maka (1) takaran pupuk dasar N perlu ditambah dari biasanya, (2) jerami hanya diberikan sekitar 1,5 ton/ha, (3) kapur diberikan sebelum pengolahan tanah, dan (4) bibit umur 15 hari ditanam setelah pembenaman jerami.

Fiksasi N

Tanah sawah sangat ideal untuk berlangsungnya fiksasi N dari udara oleh berbagai mikroba tanah (Ponnamperuma 1972). Penambat N udara ini hidup di permukaan tanah sawah dan di sekitar perakaran padi (*rhizosphere*), menggunakan metabolit organik mudah larut yang terdifusi dari lapisan tanah anaerobik. Bagian tanah sawah yang anaerobik tersebut merupakan tempat yang ideal bagi perkembangbiakan organisme heterotrofik. Nitrogen dari bagian atas tanaman disalurkan ke akar, kemudian terdifusi ke tanah dalam jumlah yang cukup besar. Namun energi merupakan faktor pembatas. Dengan adanya jerami yang merupakan sumber energi, maka terjadi peningkatan fiksasi N secara heterotrofik dan fototrofik oleh mikroba tanah yang dapat diukur dengan metode aktivitas reduksi asetilen (Matsuguchi 1979).

Penambahan jerami padi mengaktifkan fiksasi N, baik pada tanah basah maupun tergenang. Apabila ditambah dengan N mineral (pupuk anorganik), pembenaman jerami ke tanah tergenang dapat meningkatkan populasi bakteri aerobik penambat N_2 dari udara.

Produksi Asam-asam Organik

Dekomposisi jerami dalam tanah secara anaerobik menghasilkan asam-asam lemak dan fenol yang mudah menguap (Tsutsuki 1983). Temperatur yang rendah dan tanah yang masam cocok untuk produksi dan terkonsentrasinya asam-asam lemak. Pada temperatur di atas 30°C asam-asam tersebut lenyap dalam 2-3 minggu setelah pembenaman jerami ke tanah. Di daerah tropis, konsentrasi asam-asam organik pada tanah sawah tergenang yang diberi 5-10 ton jerami/ha belum bersifat racun bagi tanaman padi.

Produksi Gas

Produksi gas CO_2 , CH_4 , C_2H_2 , dan H_2S meningkat dengan pemberian jerami padi pada tanah yang tergenang atau anaerobik. Gas-gas tersebut, kecuali metan (CH_4), bersifat racun bagi tanaman padi bila berada dalam jumlah yang banyak. Setyanto *et al.* (2000) melaporkan bahwa pemberian 5 ton/ha jerami kering pada lahan sawah tadah hujan mengakibatkan emisi gas metan selama satu musim 73-78 kg CH_4 /ha, lebih tinggi dibanding tanpa bahan organik dengan emisi gas metan 53-56 kg CH_4 /ha. Gas metan merupakan salah satu gas rumah kaca (GRK) yang bila terakumulasi di udara dapat menimbulkan pemanasan bumi.

Pada tanah sawah berdrainase buruk cenderung terjadi akumulasi bahan organik. Tanah semacam ini memiliki kandungan bahan organik lebih tinggi daripada tanah sawah berdrainase baik, berkisar antara 3,5-6,0%, bahkan dapat mencapai >20%. Namun hal ini tidak mencerminkan kesuburan tanah, karena pada tanah berdrainase buruk kecepatan dekomposisi bahan organik berjalan lambat sehingga kesuburan tanah relatif kurang.

Pada kebanyakan tanah sawah, pemberian jerami sangat kecil pengaruhnya terhadap hasil padi, tetapi berpengaruh positif terhadap hasil palawija yang ditanam pada musim berikutnya. Pada

tanah yang kahat K dan Si, pembenaman jerami akan menaikkan hasil padi (Mo dan Qian 1981).

PEMANFAATAN JERAMI SECARA KONVENSIONAL

Jerami padi umumnya tidak digunakan oleh pemilik jerami, dan kalau digunakan oleh bukan pemilik tidak ada perhitungan ekonomi antara pemilik dengan pengguna jerami tersebut. Secara tradisional pemanfaatan jerami sangat terbatas untuk keperluan rumah tangga dan kegiatan usahatani. Di beberapa daerah, petani mengintegrasikan usahatani padi dengan ternak dengan memanfaatkan jerami sebagai pakan ternak, terutama pada waktu pakan hijauan sukar diperoleh. Namun masih banyak petani yang membakar jeraminya di sawah.

Jerami sebagai Alas Lantai Kandang Ternak (*Bedding*)

Secara tradisional petani/peternak menghamparkan jerami kering setebal 5-10 cm di kandang sapi atau kandang kerbau yang lantainya berupa tanah. Hal ini dimaksudkan untuk memberikan kenyamanan bagi ternak dalam kandang. Di sisi lain, campuran jerami, kotoran, dan urine ternak setelah difermentasikan akan menghasilkan kompos yang cukup baik.

Jerami sebagai alas lantai kandang perlu diganti apabila fungsinya sebagai alas tidur ternak sudah tidak memadai, seperti becek, kotoran ternak sudah lebih banyak dibandingkan dengan jerami, atau kandang sudah berbau kotoran ternak.

Untuk mengurangi bau tidak sedap dapat dilakukan penyemprotan mikroba pengompos (*microbial decomposer*) seperti EM4, dan starbio. Penambahan mikroba pengompos juga dianjurkan untuk timbunan campuran jerami dan kotoran ternak yang telah dikeluarkan dari kandang agar proses pengomposan lebih cepat.

Penggunaan jerami sebagai alas lantai kandang memperlengkapi kandang diberi atap dan diberi dinding penghalang, sehingga ternak tetap tinggal dalam kandang, kecuali pada waktu tertentu ternak sengaja dikeluarkan dari kandang.

Jerami sebagai Pakan Ternak

Pada musim kemarau, saat hijauan pakan dan rumput tidak tersedia, jerami kering dapat dijadikan pakan ternak sapi dan kerbau. Sebagian petani menyimpan jerami kering di para-para yang ditempatkan di bawah atap kandang, atau ditumpuk di sekeliling tiang sehingga membentuk tumpukan jerami berbentuk silinder. Karena tumpukan jerami dipadatkan, apabila terjadi hujan, air tidak dapat masuk ke dalam tumpukan, hanya mengalir di bagian luar tumpukan jerami. Pengambilan jerami untuk diberikan sebagai pakan dilakukan mulai dari bagian bawah tumpukan agar tumpukan jerami menurun.

Jerami kering untuk pakan ternak sering dicampur dengan larutan garam dapur, larutan urea, atau dibasahi dengan larutan formulasi mikroba yang bermanfaat.

Jerami Padi sebagai Bahan Bakar

Jerami padi sebagai bahan bakar menghasilkan kalori (panas) yang relatif rendah dan banyak membentuk asap dan abu. Jerami dapat digunakan sebagai bahan bakar tambahan dalam industri genting, bata, dan *gerabah*. Keluarga petani yang kurang mampu menggunakan jerami sebagai bahan bakar untuk memasak. Dalam hal ini jerami memiliki kelemahan seperti cepat habis terbakar, berasap, sisa pembakaran mudah terbang, dan memerlukan penjagaan secara kontinu. Risiko terjadinya kebakaran sangat besar apabila api tidak dijaga secara terus-menerus. Penggunaan jerami sebagai bahan bakar di dapur hanya dimungkinkan di pedesaan, di rumah-rumah yang terpisah antara yang satu dengan lainnya dengan jarak antar-rumah lebih dari 40 m.

Pemanfaatan jerami sebagai bahan bakar di rumah tangga juga masih banyak ditemukan di Cina, Nepal, Bangladesh, India, dan Pakistan (Tanaka 1973). Dalam 20 tahun terakhir Indonesia justru meninggalkan penggunaan jerami sebagai bahan bakar di rumah tangga, karena minyak dan gas bumi relatif murah. Mulai tahun 2006, pada saat harga bahan bakar minyak melonjak mahal, masyarakat pedesaan mungkin akan kembali memanfaatkan jerami padi sebagai bahan bakar, seperti halnya di Cina, India, dan Bangladesh.

Jerami sebagai Atap

Dulu atau sebelum tahun 1970an, penduduk desa yang kurang mampu menggunakan jerami sebagai atap rumahnya. Walau ukurannya lebih dari 50 m² tetapi rumah dengan atap jerami merupakan simbol atas ketidakpunyaan suatu keluarga. Bangunan rumah beratap jerami, bahan bangunan lainnya biasanya dari bambu yang diperoleh dari kebun setempat, kecuali pintu rumah yang berupa kayu yang lebih murah.

Keuntungan atap jerami adalah tidak menyerap panas seperti halnya atap seng, hangat di malam hari, dan murah. Kerangka atap rumah tidak harus kuat karena atap jerami lebih ringan. Atap jerami dapat bertahan 5-7 tahun, asal tidak terbakar.

Penggunaan jerami dalam bentuk yang lebih sederhana adalah untuk atap rumah jaga di sawah atau ladang (gubug atau saung), atap rumah gudang untuk menyimpan alat pertanian, atau atap kandang temak.

Jerami sebagai Alas Tidur

Sebelum masyarakat pedesaan mengenal kasur, alas tidur mereka ada yang terbuat dari jerami yang dihamparkan di tempat tidur dan ditutup dengan tikar. Agar jerami tidak bergeser atau berpindah-pindah, bagian ujung dan bagian tengahnya diikat dengan tali yang terbuat dari serat. Alas tidur dari jerami memberikan rasa hangat pada saat cuaca dingin, dan rasa sejuk pada saat cuaca panas.

Penggunaan jerami sebagai alas tidur sudah jarang ditemukan setelah tahun 1950an. Di Eropa, sebelum tahun 1945, jerami *oats* pernah digunakan sebagai alas tidur.

Jerami untuk Pelindung Pesemaian

Petani yang menyemaikan sendiri bibit tembakau, cabai, tomat atau terong membuat atap pelindung pesemaian dari jerami padi guna menahan pukulan air hujan pada benih yang baru tumbuh dan melindungi bibit muda dari sinar matahari. Budi daya bawang merah juga sering menggunakan mulsa dari jerami guna me-

ngurangi pukulan air hujan, mempertahankan kelembaban tanah, dan mencegah pertumbuhan gulma.

Budi daya kedelai edamame (kedelai sayur berbiji besar) selalu menggunakan mulsa jerami padi guna menekan pertumbuhan gulma dan untuk konservasi kelembaban tanah. Penggunaan jerami sebagai mulsa juga dapat mencegah serangan hama lalat bibit (*Agromyza* sp.)

Jerami sebagai Bahan Pupuk Organik

Pada jaman pra-Revolusi Hijau hanya terdapat satu pertanaman padi dalam setahun, karena padi yang ditanam adalah varietas berumur dalam. Jerami padi yang biasa dipanen pada bulan Juni dibiarkan membusuk di sawah, karena tidak ada tanaman padi setelah musim kemarau tiba. Pada saat itu tidak diperlukan pembakaran jerami, karena jarak waktu antara panen dengan tanam berikutnya cukup lama, 3-5 bulan. Sampai sekarang cara ini masih diterapkan oleh kebanyakan petani pada ekosistem lahan sawah pasang surut Kalimantan dan Sumatera. Dengan hanya menanam sekali setahun dengan varietas lokal, pupuk anorganik yang diberikan sangat minim, hanya sekitar 100 kg urea/ha. Alternatif pengelolaan jerami pada kondisi tersebut adalah menggunakannya untuk pakan ternak dan pupuk kandang yang dihasilkan dari ternak tersebut dikembalikan ke sawah.

Kondisi pola tanam pada pra-Revolusi Hijau memungkinkan terjadinya siklus hara dan pengkayaan bahan organik tanah dari jerami, secara alamiah. Setelah Revolusi Hijau, jarak waktu antara panen dengan tanam berikutnya sangat singkat, sehingga tidak cukup untuk membusukkan jerami padi di sawah.

Pembakaran dan pembuangan jerami ke luar petakan sawah sudah umum dilakukan sejak tanaman padi diusahakan secara intensif dua kali setahun, yang diikuti oleh penanaman palawija atau hortikultura pada akhir musim kemarau. Dalam kondisi demikian tanah sawah kurang memperoleh pengembalian bahan organik yang berasal dari sisa tanaman. Hal ini sangat berbeda dengan pertanian modern yang mengintegrasikan teknologi mekanisasi seperti di Eropa atau Amerika. Mesin pemanen yang digunakan langsung mengembalikan jerami atau sisa tanaman ke tanah.

Penggunaan pupuk anorganik dengan takaran tinggi tanpa diimbangi oleh penambahan bahan organik ke dalam tanah mengakibatkan kandungan bahan organik tanah umumnya sangat rendah, kurang dari 1%. Di Amerika Serikat, lahan pertanian memiliki kandungan bahan organik yang tinggi, berkisar antara 1,4-3,6% (Steward *et al.* 2005).

Kesadaran pentingnya bahan organik dalam tanah mendapat dorongan dari gerakan “pertanian organik” dan pada awal abad ke-21 ada anjuran penanaman padi dengan metode SRI (*System of Rice Intensification*) (Uphoff dan Gani 2003). Dalam anjuran penerapan agroekoteknologi dan teknologi produksi dengan pendekatan Pengelolaan Tanaman dan Sumber Daya Terpadu (PTT), pengembalian dan penambahan bahan organik ke dalam tanah juga sangat penting di samping penggunaan pupuk anorganik sesuai kebutuhan tanaman (Sumarno dan Suyanto 1995, Fagi dan Kartaatmadja 2003).

Pentingnya bahan organik bagi tanah dan tanaman tidak perlu diragukan, karena banyaknya manfaat yang diberikan oleh bahan organik, yaitu (Tisdale *et al.* 1993):

- sebagai cadangan sekaligus sumber hara makro dan mikro;
- mengikat kation yang mudah tersedia bagi tanaman tetapi menahan kehilangan hara akibat pencucian (*leaching*);
- meningkatkan nilai kapasitas tukar kation (KTK) tanah;
- membentuk ikatan organik (*chelate*) dengan hara mikro seperti Fe, Mn, dan Zn sehingga tetap tersedia bagi tanaman;
- menyediakan energi bagi kehidupan mikroba tanah;
- meningkatkan kesehatan biologis tanah oleh berkembangnya mikroba tanah yang bermanfaat;
- meningkatkan daya simpan air tanah (*water holding capacity*), sehingga dalam kondisi sumber pengairan terbatas, tanaman tidak cepat mengalami kekeringan;
- memperbaiki struktur tanah;
- mencegah pengerasan tanah;
- menyangga reaksi tanah dari kemasaman, kebasaan, dan salinitas; dan
- mempermudah pengolahan tanah dan berkembangnya akar tanaman.

Mengingat pentingnya bahan organik dalam tanah, pengembalian bahan organik dari residu tanaman merupakan keharusan dalam setiap praktek usahatani. Alternatif teknik produksi dengan masukan berupa bahan organik atau pupuk organik, yang sering disebut sebagai pertanian organik, mengandalkan kecukupan hara tanaman sepenuhnya dari bahan organik. Hal ini dimungkinkan pada tanah-tanah mineral Vulkanik yang kaya hara P, K, Ca, Mg, dan unsur mikro lainnya. Demikian juga teknik SRI, dengan hanya mengutamakan sumber hara tanaman padi dari pupuk kompos, produktivitas padi dilaporkan dapat mencapai 10-15 t/ha (Uphoff dan Gani 2003).

Teknik produksi yang menganjurkan penggunaan pupuk organik dan pupuk anorganik secara komplementer dalam agroteknologi (Sumarno dan Suyanto 1995) dan PTT (Fagi dan Kartaatmadja 2003) juga menempatkan pentingnya pengembalian sisa tanaman, termasuk jerami sebagai sumber hara dan pemelihara kesuburan tanah.

Penggunaan Jerami secara Pasif

Penggunaan jerami secara pasif adalah membiarkan jerami di lahan sawah, membusuk atau diambil orang lain, atau dibakar. Pengamatan (di dalam helikopter) di seputar sentra produksi padi di Jawa pada bulan Juli-September 2003 dan 2004, menunjukkan sekitar 75% tumpukan jerami di sawah dibakar.

Sumarno (2006) mencatat lima hal terjadinya pengalihan jerami ke luar dari lahan sawah yang mengakibatkan siklus hara terputus, yaitu:

- Jerami diambil orang lain untuk membakar bata, genting, *gerabah* tanpa mengembalikan abunya ke sawah semula.
- Jerami diambil sebagai bahan industri kertas.
- Jerami diambil untuk media tumbuh jamur, sisa media tidak dikembalikan ke sawah.
- Jerami dibakar di pematang batas petakan, abu jerami tidak ditebarkan merata pada permukaan sawah.
- Jerami diambil oleh bukan pemilik sawah dan digunakan untuk berbagai keperluan, tanpa mengembalikan sisa penggunaan ke petakan semula.

Dari kelima proses pengalihan jerami tersebut sebenarnya bersumber dari satu alasan, yakni jerami tidak dianggap sebagai hasil panen yang dimiliki oleh petani yang bersangkutan. Akibatnya, pengambilan jerami oleh orang lain menjadi sesuatu yang wajar, tidak dianggap suatu kerugian oleh pemiliknya.

Sumarno (2006) juga menganjurkan pengelolaan jerami dalam usahatani padi tanpa limbah (UPTL). Usahatani padi tanpa limbah atau nirlimbah diartikan sebagai “usaha produksi padi yang disertai pengembalian seluruh sisa tanaman ke petakan sawah semula, baik dalam bentuk kompos, mulsa, maupun pupuk kandang, sehingga terjadi daur ulang hara dan bahan organik dalam tanah”.

Beberapa tindakan dalam UPTL yang dianjurkan antara lain:

- mengubah jerami menjadi kompos di pinggir petakan sawah dengan bantuan mikroba pengkompos (*decomposer microbes*) seperti EM4, starbio, dan mengembalikan kompos ke petakan secara merata;
- memanfaatkan jerami sebagai mulsa dalam budi daya palawija atau hortikultura yang ditanam setelah panen padi sawah;
- menggunakan jerami sebagai campuran pakan ternak dan mengembalikan pupuk kandang ke petakan sawah; dan
- mengusahakan padi-jamur merang secara terpadu dengan memanfaatkan jerami padi sebagai media tumbuh jamur merang, selanjutnya mengembalikan limbah media tumbuh jamur ke sawah.

Dengan praktek UPTL tersebut diperoleh beberapa keuntungan dari pemanfaatan jerami, yaitu sebagai mulsa, media produksi komoditas nonpadi, pakan, bahan organik, dan hara dalam tanah.

PEMANFAATAN JERAMI PADI DI NEGARA LAIN

Tanaman padi diusahakan hampir di seluruh dunia, dan merupakan sumber pangan karbohidrat terpenting kedua setelah gandum (terigu). Luas panen padi setiap tahun mencapai lebih dari 155

juta ha, terluas terdapat di Asia (Tabel 2). Luas panen padi di Indonesia 11,62 juta ha, atau 7,5% dari total luas panen padi dunia. India dan Cina merupakan negara penghasil padi terbesar di dunia, diikuti oleh Indonesia, Bangladesh, Vietnam, dan Thailand (Tabel 3).

Tabel 2. Luas panen, produktivitas, dan produksi padi dunia, tahun 2001.

Wilayah benua	Luas panen (‘000 ha)	Produktivitas (ton/ha) GKG	Produksi (‘000 ton)
Asia + kepulauan (Indonesia)	138.503 (11.642)	3,9 (4,3)	540.621 (50.061)
Amerika Latin	6.611	3,6	24.045
Afrika	7.842	2,2	17.602
Eropa	581	5,6	3.238
Australia	140	9,1	1.410
Amerika Utara	442	6,6	9.546
Dunia	155.128	3,8	598.852

Sumber: Fairhurst dan Dobermann 2002, IRRI Almanac 2002.

Tabel 3. Luas areal panen padi di negara-negara penghasil padi utama di dunia.

Negara	Luas panen (‘000 ha)	Produksi (‘000 ton)	Perkiraan produksi jerami (‘000 ton) ¹⁾
Cina	30.503	190.168	285.252
India	44.600	161.500	242.250
Indonesia	11.523	51.000	76.500
Bangladesh	10.700	35.821	53.732
Vietnam	7.655	32.554	48.831
Thailand	10.048	23.403	35.105
Myanmar	6.211	20.125	30.188
Filipina	4.037	12.415	18.623
Jepang	1.770	11.863	17.795
Brasil	3.672	11.168	16.752
Amerika Serikat	1.232	8.669	13.004
Korea Selatan	1.072	7.067	10.600
Pakistan	2.312	7.000	10.500
Nepal	1.550	4.030	6.045
Nigeria	2.061	3.277	4.916

¹⁾ Angka perkiraan penulis, berdasarkan *grain-straw ratio* 2 : 3
Sumber: Maclean *et al.* (2002).

Berbeda dengan tanaman sumber karbohidrat lainnya (seperti terigu, jagung, kentang, ubi jalar, ubi kayu), padi merupakan satu-satunya tanaman pangan yang tumbuh secara anaerobik atau tergenang air, kecuali padi gogo. Padi rawa dalam bahkan dapat tumbuh dan berproduksi dalam kondisi tergenang air (ketinggian 0,6-2,0 m). Kondisi agroekologi yang demikian menyulitkan pengelolaan jerami sebagai hasil ikutan panen.

Di negara yang telah menerapkan mekanisasi pertanian secara penuh, panen padi biasanya dilakukan pada saat lahan sudah dikeringkan dan menggunakan mesin *combine*. Dengan cara panen ini sisa jerami tertinggal dan tersebar merata pada permukaan petakan sawah.

Pengelolaan jerami di seluruh dunia yang mencapai 895 juta ton/tahun memerlukan pemikiran yang serius dan intensif. Secara keseluruhan, jerami padi dunia mengandung 4,5 juta ton N, 1 juta ton P_2O_5 , 9 juta ton K_2O , dan 36 juta ton Si (kandungan hara jerami rata-rata 0,5% N; 0,1% P_2O_5 ; 1% K_2O ; dan 4% Si) (Ponnamperuma 1984).

Di Indonesia penelitian tentang jerami padi masih terbatas sebagai mulsa, kompos, dan pakan ternak. Di tingkat internasional pun publikasi tentang penggunaan jerami sebagai substitusi pupuk pada tanaman masih relatif sedikit. Pada tahun 1975 hanya dipublikasi 15 judul, pada tahun 1977 42 judul, dan pada tahun 1980 54 judul (Ponnamperuma 1984).

Indonesia memproduksi 54 juta ton gabah kering pada tahun 2005, menghasilkan sekitar 80 juta ton jerami yang mengandung 400.000 ton N, 80.000 ton P_2O_5 , dan 800.000 ton K_2O . Dalam bentuk pupuk, hara dari jerami yang dihasilkan tersebut setara dengan 870.000 ton urea, 222.000 ton SP36, dan 1,6 juta ton KCl, atau setara dengan 2,69 juta ton pupuk. Kalau harga rata-rata pupuk Rp 1.200 per kg, maka hara dari jerami padi bernilai ekonomi sebesar Rp 3,2 trilyun per tahun.

Produk sejenis yang bernilai ekonomi Rp 3,2 trilyun setiap tahun mestinya merupakan produk yang sangat berharga. Tetapi dalam praktek, petani masih kurang memperhatikannya. Belum lagi nilai fungsi bahan organik jerami terhadap perbaikan sifat fisik

dan biologis tanah, dan nilai hara mikro S, Ca, Mg, dan sebagainya pada jerami, yang masih belum terpikirkan oleh masyarakat. Walaupun hara yang terkandung dalam jerami padi bukan berarti hilang seluruhnya, namun pengelolaannya belum memadai dan tingkat kehilangan haranya masih sangat tinggi.

Penggunaan Jerami di Cina

Cina sebagai penghasil padi terbesar di dunia memanfaatkan jerami padi untuk kompos, pakan ternak, mulsa dalam budi daya tanaman sayuran dan buah-buahan, bahan bakar di rumah tangga, industri kerajinan, atap rumah, dan media tumbuh jamur (Tanaka 1973). Tidak ada jerami yang dibakar di ladang atau di sawah, kecuali sebagai bahan bakar untuk memasak di rumah tangga. Rumah tangga petani di Cina menggunakan jerami sebagai bahan bakar rata-rata 450 kg per keluarga per tahun, yang menghasilkan 70,1 juta ton abu dapur dan menyumbangkan hara setara 420.000 ton N, 63.000 ton P_2O_5 , dan 571.000 ton K_2O (Qi-Xiao Wen 1984)

Jerami padi untuk barang kerajinan dan atap rumah masih digunakan oleh masyarakat di pedesaan Cina. Walaupun penggunaan jerami terbanyak untuk kompos dan pakan ternak (termasuk untuk alas kandang atau *bedding*), masyarakat Cina sangat menghargai nilai manfaat jerami padi. Nampaknya terdapat kecintaan masyarakat terhadap tanaman padi, tidak hanya gabah dan berasnya, tetapi juga jerami atau batang dan daun padi, yang telah menghasilkan butiran beras. Kecintaan terhadap padi ini terlihat dari cara petani memanen, yaitu memotong padi di pangkal batangnya, dekat ke permukaan tanah, kemudian menjemur jerami padi yang dipanen dengan cara diberdirikan pada tiang penyangga, setelah gabah dirontok menggunakan mesin perontok. Dengan cara panen demikian, jerami yang diperoleh tertata rapi, bersih, dan kering sehingga dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan.

Tindakan petani untuk tidak membakar jerami padi di tempat menunjukkan adanya rasa hormat, sayang, dan penghargaan mereka kepada jerami. Bagi petani, jerami bukan limbah panen tetapi bagian dari hasil panen.

Penggunaan Jerami di India

Di India, padi merupakan tanaman pangan penting selain gandum, jagung, dan sorgum. Dari total lahan pertanian seluas 189 juta ha, 126 juta ha di antaranya dimanfaatkan untuk produksi biji-bijian pangan (*food grains*), termasuk padi seluas 44,6 juta ha, terigu (gandum) 26,0 juta ha; jagung, sorgum, dan millet 32,4 juta ha, dan kacang-kacangan (chick pea, lentil, kacang tanah, kedelai, gude, dll) 23,3 juta ha (Tiwari 2002). Dari areal padi 44,6 juta ha dihasilkan 129 juta ton jerami. Pemanenan jerami dilakukan dengan memotong bagian pangkal batang dekat permukaan tanah.

Penggunaan utama jerami adalah untuk pakan ternak atau alas lantai kandang dan bahan kompos. Penggunaan lainnya adalah untuk bahan bakar di rumah tangga dan untuk atap rumah. Hanya sebagian kecil dari jerami di India dibakar di sawah (Tanaka 1973; Flinn dan Marciano 1984). Sebagian besar jerami diangkut ke rumah sebagai hasil panen. Banyaknya ternak sapi dan kerbau di India dan sukarnya memperoleh bahan bakar untuk kayu api di rumah tangga, menjadikan jerami kering dimanfaatkan sepenuhnya sebagai pakan ternak dan bahan bakar untuk memasak. Bahkan sekitar sepertiga dari kotoran ternak di India dimanfaatkan sebagai bahan bakar untuk memasak setelah diproses menjadi biogas (ICAR 1971). Siklus hara tanaman padi sawah di India pada umumnya berlangsung efisien, karena melalui proses pematangan oleh ternak atau melalui fermentasi pada pengkomposan atau pembuatan biogas. Siklus tersebut mengikuti proses dari lahan petani ke rumah tangga petani kemudian kembali lagi ke ladang atau sawah petani.

Nilai guna dan nilai tambah dari hasil panen jerami di India cukup besar karena jerami sengaja digunakan untuk mencukupi kebutuhan sehari-hari. Namun nilai riil ekonominya tetap kecil karena belum adanya pasar jerami. Di India diperkirakan nilai jual jerami hanya 6,74-11,24 dolar Amerika Serikat per ton (Flinn dan Marciano 1984). Nilai ekonomi tak terukur justru lebih penting bagi petani padi karena di samping fungsi daur ulang hara, pengelolaan jerami juga dapat memenuhi kebutuhan rumah tangga, seperti untuk pakan ternak dan bahan bakar.

Penggunaan Jerami di Jepang dan Korea

Panen padi di Jepang juga sekaligus merupakan panen jerami dengan cara memotong pangkal batang. Setelah dipotong, jerami dan padi secara keseluruhan dijemur berdiri, malai pada bagian atas, setelah kering baru dirontok sehingga dihasilkan jerami dan gabah. Sebagian besar jerami dikomposkan dan sebagian lainnya dipotong-potong untuk dimasukkan ke dalam tanah pada saat membajak, dan hanya sebagian kecil yang dibakar. Budaya membakar jerami sudah ditinggalkan sejak akhir tahun 1990an.

Di Korea, sebagian besar jerami dikomposkan dan untuk pakan ternak, sebagian lainnya untuk media tumbuh jamur, sebagai mulsa dalam budi daya sayuran, dan untuk bahan atap. Tidak ada budaya membakar jerami di Korea karena dinilai mencemari lingkungan.

Penggunaan Jerami di Thailand, Filipina, Indonesia, Burma, dan Malaysia

Pemanfaatan jerami di lima negara Asean ini umumnya didasarkan atas prinsip upaya minimal dengan cara membakar. Penggunaan lain, dalam jumlah yang lebih kecil, adalah untuk pakan ternak (Filipina, Thailand, Indonesia), media jamur (Filipina, Thailand, Indonesia), dan untuk bahan baku kertas (Filipina, Indonesia).

Di Burma, selain dibakar dan untuk pakan ternak, jerami juga digunakan untuk bahan atap. Demikian juga di Filipina, masih cukup banyak masyarakat desa menggunakan jerami untuk atap.

Hal yang membedakan antara negara Asean tersebut dengan negara-negara Asia Timur dalam mengelola jerami adalah cara panennya. Di Asia Tenggara, panen padi dengan cara memotong batang, sepertiga sampai setengah bagian atas tanaman dan meninggalkan setengah-dua pertiga bagian batang padi menancap di sawah. Dengan cara ini, jerami diperlakukan semata-mata sebagai limbah panen. Di negara-negara Asia Timur dan Asia Selatan, panen padi dengan cara memotong batang di bagian pangkal, dan memperlakukan jerami sebagai bagian dari hasil panen.

Pemanfaatan Jerami di Vietnam

Teknik panen padi di Vietnam sama dengan di Cina, yaitu memotong di bagian pangkal dekat permukaan tanah. Setelah gabah dirontok, jerami dijemur dengan cara diberdirikan pada tiang penyangga di sawah. Dua atau tiga hari kemudian, jerami kering diangkut ke rumah untuk digunakan sebagai pakan ternak, bahan bakar, atap rumah, atau kegunaan lainnya. Jerami yang kualitasnya kurang baik, karena rebah, dijadikan kompos di sawah.

Pemotongan batang padi dekat permukaan tanah dimaksudkan agar pengolahan tanah dapat dilakukan dengan mudah. Jarak waktu antara saat panen dengan saat tanam berikutnya sangat pendek. Bila lahan sawah ditanami padi lagi, jarak waktunya 4-6 hari, sedangkan bila ditanami palawija maka jarak waktunya 2-3 hari. Tanaman kedua atau ketiga selalu disemai terlebih dahulu, baik padi, jagung, sorgum maupun ubi jalar, dan bahkan kedelai. Pembakaran jerami di sawah dilarang oleh negara, dan tidak ada petani yang melanggar peraturan tersebut. Nampaknya petani memang memperoleh manfaat yang besar dari jerami yang dipanen dan diangkut ke rumah.

Pengelolaan jerami secara umum di beberapa negara seperti yang dilaporkan oleh Tanaka (1973) disajikan pada Tabel 4. Terlihat bahwa penggunaan jerami padi yang paling umum di negara-negara Asia adalah sebagai pakan ternak, dan kotoran ternak tersebut dikembalikan ke lahan sawah sebagai pupuk kandang.

Pengelolaan jerami di Indonesia masih tertinggal dibandingkan dengan negara-negara lain, yaitu sebagian besar jerami dibakar di tempat. Penggunaan jerami di Indonesia sebenarnya cukup beragam, tetapi penggunaan untuk atap dan bahan bakar sudah ditinggalkan.

Pengelolaan jerami dengan cara dibakar sebenarnya memiliki kerugian, antara lain kehilangan masa bahan organik dan hara, mematikan biota (mikroba) di atas permukaan dan pada lapisan olah tanah, dan menimbulkan polusi udara. Pengelolaan jerami dengan cara dibakar nampaknya terkait dengan kesulitan tenaga kerja.

Tabel 4. Pengolahan jerami padi di beberapa negara di Asia.

Negara	Cara panen	Dibajak ke dalam tanah	Dibakar	Kompos	Pakan	Media jamur	Atap rumah	Mulsa	Bahan bakar	Bahan kertas
Korea	SB			XX	XX	X	+	+		
Jepang	SB	+		XX	XX	+				
Cina	SB			XX	XX	X	+	+		
Nepal	SB			XX	X		+		+	
Filipina	BAJ	XX	XX		X	X				+
Thailand	BAJ		XX		X					
Indonesia	BAJ	+	XX		X	+		+		+
Vietnam	SB	-	XX	XX	XX	+		+		
Malaysia	BAJ	+	XX							
Burma	SB		X		XX		+			
Bangladesh	SB		+		XX				+	
India	SB				XX		+		X	
Pakistan	SB				XX				X	
Srilanka	SB				XX		+		X	

SB = Seluruh batang jerami; BAJ = bagian atas jerami;

XX = penggunaan utama; X = penggunaan sebagian; + = penggunaan dalam jumlah sedikit
 Sumber: Tanaka (1973), Flinn dan Marciano (1984)

Di negara bagian California dan Louisiana, Amerika Serikat, pembakaran jerami padi dilarang oleh undang-undang. Peraturan ini ditaati oleh petani, karena tingginya kesadaran mereka akan bahaya polusi udara. Karena padi hanya diusahakan sekali dalam setahun, maka membiarkan jerami busuk di lahan sawah tidak mengganggu proses penyiapan lahan. Dengan penyemprotan herbisida, tunas padi (singgang atau turiang) cepat mati dan jerami mudah melapuk.

POTENSI PEMANFAATAN JERAMI PADI

Sumber Hara Tanaman

Semakin mahal dan langkanya pupuk anorganik (urea, SP36, KCl, ZA) serta perlunya konservasi hara tanah melalui pendauran ulang maka pemanfaatan jerami padi yang berlimpah di lahan sawah perlu diperhitungkan kembali sebagai salah satu alternatif untuk substitusi penggunaan pupuk kimia. Tanaman padi yang memproduksi 5 ton/ha gabah kering panen mengangkut hara dari tanah sekitar 150 kg N, 20 kg P, 150 kg K, dan 20 kg S. Pada saat panen, jerami mengandung sekitar 1/3 jumlah hara N, P, dan S dari total hara tanaman padi, sedangkan kandungan K rata-rata 89% (berkisar antara 85-92%) (Tirtoutomo *et al.* 2001). Oleh karena itu, jerami padi dapat dijadikan sebagai sumber hara makro tanaman. Pada tingkat hasil 5 ton/ha dihasilkan 2 ton C/ha yang secara tidak langsung merupakan sumber hara N.

Kandungan hara jerami padi saat panen bergantung pada kesuburan tanah, kualitas dan kuantitas air irigasi, jumlah pupuk yang diberikan, kultivar, dan musim/iklim. Wen (1984) menyebutkan bahwa jerami padi di Cina mengandung 0,6% N; 0,09% P; dan 1,08% K; sedangkan Ponnampurna (1984) melaporkan kandungan hara jerami dari berbagai negara berkisar antara 0,38-1,01% N; 0,01-0,12% P; 1,0-3,0% K; dan 2,5-7,0% Si dengan rata-rata 0,57% N; 0,07% P; 1,5% K; dan 3,0% Si.

Di Indonesia rata-rata kadar hara jerami padi adalah 0,4% N; 0,02% P; 1,4% K; dan 5,6% Si. Untuk setiap 1 ton gabah (GKG) dari pertanaman padi dihasilkan pula 1,5 ton jerami yang mengandung

9 kg N, 2 kg P, 25 kg K, 2 kg S, 70 kg Si, 6 kg Ca, dan 2 kg Mg. Apabila konsentrasi hara tersebut mewakili nilai rata-rata jerami, maka produksi jerami di Indonesia sebesar 78 juta ton/tahun setara dengan 468.000 ton N (setara 1,04 juta ton urea), 78.000 ton P (setara 0,5 juta ton SP36), 1,17 juta ton K (setara 1,95 juta ton KCl), 78.000 ton S, dan 3,9 juta ton Si. Jumlah hara potensial yang berasal dari jerami sisa panen tersebut sangat besar, namun pemrosesannya sulit, petani belum memiliki metode yang menguntungkan. Hal ini merupakan tantangan bagi lembaga penelitian dalam menghasilkan metode dan teknologi yang diperlukan.

Sebagai bahan pupuk, jerami padi tidak efektif dan tidak efisien bila diandalkan sebagai sumber hara N dan P, tetapi cukup efektif sebagai sumber K, Si, dan C.

Sumbangan hara dari jerami padi ke tanah bergantung pada bobot, komposisi hara jerami, pengelolaan, dan rejim air tanah (Ponnamperuma 1984). Bobot biomas jerami juga bergantung pada rejim air, musim, kultivar, kesuburan tanah, dan nisbah gabah/jerami. Jumlah jerami padi gogo, misalnya, jauh lebih rendah dibandingkan jerami padi sawah irigasi, yaitu 2 ton/ha dari pertanaman padi gogo dan 4,9 ton/ha dari pertanaman padi sawah.

Widati *et al.* (1998) mempelajari pengaruh penggunaan mikroba (*Trichoderma sp.*, *Aspergillus sp.*, *Beijerinckia sp.*, *Azotobacter sp.*, dan EM4) dan jerami padi (disebar atau ditanam) terhadap sifat tanah Vertic Tropaquepts dari Cilamaya Karawang, Jawa Barat, dan Typic Hapludox dari Bandar Abung, Lampung, di rumah kaca. Kesimpulannya, pemberian jerami dengan cara disebar maupun ditanam ke tanah Vertic Tropaquepts Karawang nyata meningkatkan kandungan C, N, dan K-dd, sedangkan pada tanah Typic Hapludox Lampung meningkatkan kandungan N dan K-dd.

Penggunaan 5 ton bahan organik/ha berupa jerami padi, *Sesbania rostrata*, *Azolla pinnata*, atau pupuk kandang pada tanah Aluvial Kepanjen Malang dan Banyuwangi dengan tipe iklim masing-masing C3 dan D2 dapat menggantikan pupuk N anorganik sebanyak 45 kg N/ha pada tanaman padi sawah. Dengan

kata lain jerami padi di tempat tersebut mengandung 0,9% N (Isgianto *et al.* 1992).

Juliardi dan Suprihatno (1995) melaporkan bahwa bahan organik berupa sesbania, jerami padi, azolla, dan pupuk kandang dari kotoran domba, masing-masing diberikan sebanyak 5 ton/ha yang dikombinasikan dengan pupuk urea dengan takaran 0, 45, dan 90 kg N/ha meningkatkan kandungan N-total, C-organik, P-tersedia, dan K-dd tanah, pada MK 1992 maupun MH 1992/93.

Sumber Bahan Organik dan Pembenh Tanah

Jerami padi mengandung 40-43% C (Ponnamperuma 1984, Wen 1984). Senyawa C-N jerami merupakan substrat bagi metabolisme mikroorganisme, meliputi gula, pati, selulosa, hemiselulosa, pektin, lignin, lemak, dan protein. Jerami yang dibenamkan ke tanah sawah akan menstimulir fiksasi N secara heterotrofik maupun fototropik (Matsuguchi 1979).

Sumber Bahan Organik

Kandungan bahan organik tanah sawah bergantung pada volume masukan bahan organik dan koefisien humifikasi. Pemberian jerami padi sebanyak 825 kg/ha dengan kadar C 43% dan humifikasi koefisien 0,23 akan menghasilkan 141 kg bahan organik per tahun.

Mala dan Anas (1995) menguji kecepatan berbagai strain *Trichoderma harzianum* dalam mengubah jerami padi menjadi kompos. Tanpa inokulum, proses perombakan jerami menjadi kompos (C/N rasio <20) berlangsung selama 40 hari. Dengan inokulasi sebanyak 5% dari bobot jerami, perlakuan *T. harzianum* strain T.53.3 dapat mengubah jerami segar menjadi kompos kurang dari 20 hari, strain K.13.2, T.21.2 dan K74.1 selama 20-25 hari.

Pembenh Tanah

Jerami padi dapat memperbaiki sifat fisik tanah atau disebut sebagai pembenh tanah. Tuherkih *et al.* (1994) melaporkan bahwa pembenaman jerami padi ke guludan ubi jalar dapat memperbaiki

kondisi tanah, mengurangi kekerasan tanah, dan penetrasi lebih ringan dibanding tanpa jerami. Riffin (1992) juga melaporkan bahwa apabila jerami padi dikeluarkan dari petakan, kemampuan tanah menahan air menurun dan suhu tanah menjadi tinggi. Akibatnya, hasil jagung sebagai tanaman berikutnya turun 26%. Sebaliknya, apabila semua jerami digunakan sebagai sumber bahan organik pada pertanaman jagung, maka kemampuan tanah menahan air meningkat, suhu tanah relatif stabil, dan hasil jagung naik 22%.

Pembenaman jerami padi pada tanah sawah Hidromorf Kelabu di Singamerta dapat memperbaiki permeabilitas, porositas, kekerasan, status C, N, dan KTK tanah (Mastur dan Suhartatik 1993).

Jerami sebagai Bahan Kompos

Pengomposan jerami sudah lama dikenal di Indonesia dan prosesnya telah banyak diteliti di berbagai negara. Tujuan dari proses pengomposan adalah menurunkan nilai rasio C/N sehingga meningkatkan kualitas kompos. Salah satu syarat pengomposan adalah tersedianya nitrogen dalam jumlah yang cukup. Diperkirakan kebutuhan nitrogen untuk pengomposan satu ton jerami adalah 8 kg (Stainforth 1979). Hasil percobaan Hackenberg (1948) dalam pengukuran rasio C/N sebelum dan sesudah pengomposan ditunjukkan pada Tabel 5.

Penggunaan kompos dalam budi daya padi ternyata tidak lebih baik daripada penggunaan jerami yang langsung ditanamkan ketanah sawah (Ismunadji 1978). Bahkan penggunaan jerami masih lebih baik daripada kompos jerami untuk budi daya kentang, gula bit, dan barley (Russel 1970). Hal ini mungkin disebabkan oleh kurang atau tidak tepatnya proses pengomposan sehingga hilangnya sebagian bahan organik sewaktu pembuatan kompos, dan nitrogen yang ada menguap sebagai amonia sebelum kompos dimasukkan ke dalam tanah.

Jenis mikroorganisme yang banyak tumbuh di dalam kompos adalah actinomycetes. Untuk mempercepat pertumbuhan mikroorganisme ini, maka seringkali ragi sebagai bibit perlu di-

Tabel 5. Rasio C/N pada awal dan akhir pembuatan kompos.

Perlakuan	Rasio C/N	
	Awal	Akhir
Jerami + Ca-cyanamide (88 : 1 w/w)	48	18
Jerami + kotoran sapi (2 : 1 w/w)	41	20
Jerami + air seni (1 : 4 w/w)	54	23
Jerami + air (1 : 4 w/w)	20	28

Sumber: Tangendjaja (1991).

tambahkan (Suriawaria 1969). Faktor yang mempengaruhi keberhasilan pembuatan kompos adalah pH, aerasi, suplai air, dan suhu. Kemasaman yang tinggi, kondisi anaerob, perendaman atau kekeringan dapat menghambat aktivitas bakteri. Suhu 30-40°C merupakan kondisi yang ideal untuk pengurai dan pelapuk jerami.

Untuk menghasilkan kompos yang bermutu dan efisien, jerami yang akan digunakan dicelupkan atau diperciki urea 10%, kemudian dihamparkan di atas lantai/tanah hingga ketinggian 30 cm. Setelah itu jerami dilapisi dengan kotoran ayam, kotoran sapi atau kotoran domba. Cara ini dilakukan hingga tumpukan jerami mencapai ketinggian 1,80 m. Bagian atas jerami ditutup plastik yang berfungsi untuk membantu menahan panas. Setelah 2 minggu, jerami dibalik, kemudian tumpukan jerami ditutup kembali dan sekitar 1 bulan setelah itu jerami sudah menjadi kompos (Las *et al.* 2003).

Meningkatkan Hasil Tanaman

Pemberian jerami padi, baik mentah maupun yang telah diolah menjadi kompos ataupun dalam bentuk mulsa padi ke beberapa tanaman pangan sudah sering diteliti dan pada umumnya memberikan pengaruh yang positif.

Padi Sawah

Penggunaan bahan organik sebagai pelengkap pupuk anorganik pada padi sawah telah diteliti oleh Juliardi dan Suprihatno (1995). Bahan organik yang digunakan berupa sesbania, jerami padi, azolla, dan pupuk kandang dari kotoran domba, masing-masing sebanyak 5 ton/ha yang dikombinasikan dengan 0, 45, dan 90 kg N/ha. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian bahan organik meningkatkan hasil gabah sebanyak 9,4% pada MK 1992 dan 6,1% pada MH 1992/93 dibanding tanpa pemberian bahan organik. Peningkatan hasil tertinggi dicapai oleh perlakuan sesbania, kemudian diikuti oleh perlakuan pupuk kandang, jerami padi, dan azolla.

Basyir *et al.* (1994) melaporkan hasil percobaan jangka panjang (tujuh musim) pemupukan dan pemberian jerami padi pada tanah Regosol beriklim D3 di Mojosari, tanah Grumosol iklim C2 di Ngale, tanah Aluvial iklim C3 di Kendalpayak, dan tanah Latosol iklim C3 di Jambegede. Penggunaan hara mikro S dan Zn serta penambahan 5 ton/ha bahan organik jerami padi, Sesbania, azola atau pupuk kandang tidak meningkatkan hasil padi karena pupuk N dari urea telah diberikan dalam jumlah yang cukup (250 kg/ha) dan hasil gabah pada perlakuan ini 5 ton/ha.

Di Kabupaten Lebak, Jawa Barat, jenis tanah Podsolik Merah Kuning, pemberian bahan organik berupa jerami padi + *S. rostrata* meningkatkan jumlah anakan, bobot kering tanaman, dan serapan N, P, K, dan Mg. Namun peningkatan hasil gabah dengan pemberian bahan organik sangat kecil (Suhartatik *et al.* 1994). Zubaidah (2000) melaporkan bahwa pemberian kompos jerami padi (sepenuhnya atau setengahnya) sama pengaruhnya dengan pemberian NPK terhadap hasil padi yang dikelola secara intensif, yaitu 5,47 ton/ha.

Momuat *et al.* (1995) melaksanakan percobaan lapang di Lamonea Konda, Kendari, pada tanah sawah keracunan besi (Fe). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian jerami 5 ton/ha tidak berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan dan hasil padi.

Padi Gogo

Noor *et al.* (1996) melaporkan bahwa jerami padi dan pupuk hijau dari daun *Gliricidia* sp. (gamal) dan *Flamengia* sp. memberikan prospek yang baik sebagai pengganti pupuk kandang atau jika dikombinasikan dengan pupuk kandang dapat meningkatkan hasil padi gogo. Pada takaran pupuk organik 2,0-5,0 ton/ha, pemberian kapur 0,5-1,0 ton/ha dapat meningkatkan hasil dibanding tanpa kapur. Hasil padi gogo di Kalimantan Selatan tanpa pupuk organik rata-rata 1,72 ton/ha. Dengan pemberian 5 ton/ha pupuk organik hasil padi gogo meningkat menjadi 3,1-3,5 ton/ha.

Jagung

Riffin (1992) melaporkan bahwa hasil jagung yang ditanam setelah padi turun 26% apabila jerami padi dikeluarkan dari petakan. Sebaliknya, apabila semua jerami digunakan sebagai bahan organik, hasil jagung meningkat 22%. Menurunnya hasil jagung akibat dikeluarkannya jerami padi dari petakan berkaitan erat dengan menurunnya kemampuan tanah menahan air dan tingginya suhu tanah.

Kedelai

Riwanodja dan Suhartina (2000) melaporkan bahwa pada tanah Vertisol (Ngale), residu kompos jerami 15 ton/ha dapat menaikkan hasil kedelai sekitar 25%, sedangkan pada takaran lebih besar tidak menaikkan hasil.

Ubi Jalar

Penanaman ubi jalar di lahan sawah pada musim kemarau biasanya dilakukan setelah panen padi, namun sangat sedikit petani yang memanfaatkan jerami padi sebagai pupuk organik. Penelitian di KP Citayam pada MK 1990-93, menunjukkan bahwa pembenaman jerami padi ke dalam guludan ubi jalar sampai tahun keempat (MK 1993) belum nyata pengaruhnya terhadap hasil ubi jalar. Dibanding tanpa jerami, kenaikan hasil ubi jalar pada perlakuan pembenaman jerami ke tanah 5,0-10,5% (Tuherkih *et al.* 1994).

Bawang Putih

Sumarna *et al.* (1996) melaporkan hasil percobaan tanaman bawang putih di Kecamatan Kuningan, Kabupaten Kuningan (545 m dpl). Pemberian mulsa jerami setebal 10 cm dengan tinggi bedengan 70 cm dapat memperbaiki pertumbuhan tanaman dan meningkatkan hasil bawang putih yang ditanam di luar musim.

Konservasi Lahan

Brata (1998) melaporkan hasil penelitian di berbagai negara bahwa pembenaman sisa tanaman secara vertikal dapat meningkatkan daya simpan air tanah dan hasil tanaman pada lahan agak miring. Mulsa vertikal jerami padi nyata dapat mengurangi aliran permukaan dan erosi tanah dibanding mulsa biasa, namun tidak dapat mencegah kehilangan hara melalui aliran permukaan, tetapi nyata mengurangi kehilangan hara akibat erosi.

Indrawati (2000) melaporkan, penambahan kompos 5-15 ton/ha pada lahan kering Alfisol Muneng dengan kemiringan lahan 0-30% terbukti dapat memperbaiki sifat fisik tanah, menurunkan bobot isi tanah, dan meningkatkan kapasitas tanah menahan air. Pembenaman sekam, bagas, atau jerami padi dapat menekan limpasan permukaan hingga 15% pada saat curah hujan rendah dan hingga 20% pada saat curah hujan tinggi.

Noor *et al.* (1996) melaporkan, pengembalian jerami dan penyediaan pupuk hijau dengan sistem tanaman lorong sebagai sumber pupuk organik dan penyangga erosi tanah merupakan alternatif yang dapat dikembangkan dalam budi daya padi gogo. Sistem ini akan makin berkembang dengan tersedianya varietas-varietas padi gogo toleran naungan, toleran kemasaman, dan tahan penyakit blas.

Sumber Pakan Ternak

Jerami padi mempunyai potensi besar sebagai pakan ternak ruminansia, terutama untuk sumber serat. Ketersediaan jerami padi di berbagai daerah cukup banyak, bahkan melimpah pada musim panen padi. Akan tetapi, kualitas gizi jerami rendah, yang ditandai

oleh rendahnya kandungan protein dan tingginya kandungan silika dan lignin, sehingga pencernaan jerami padi rendah. Oleh karena itu, pemberian jerami mentah kurang menguntungkan, baik dari aspek kesehatan ternak maupun volume emisi gas metan sebagai salah satu gas rumah kaca (GRK). Sektor pertanian dan peternakan ikut memberi andil cukup besar dalam pemanasan suhu bumi.

Berdasarkan hal tersebut maka diperlukan teknik atau manipulasi pakan ternak agar tetap ramah lingkungan, di samping memenuhi standar gizi ternak itu sendiri. Teknik fermentasi jerami padi mampu menurunkan nilai MCR atau kandungan metan pada kisaran 9,5-10,5 atau setara dengan penurunan sekitar 20% dibandingkan jerami tanpa suplementasi. Jerami dengan tambahan pemberian konsentrat dan ampas bir pada tingkat 50% dari total konsumsi bahan kering mampu menekan MCR hingga 7,3. Oleh karena itu, untuk menjaga kelestarian lingkungan dan suhu bumi tetap dalam batas normal, ternak ruminansia tidak diberi pakan dalam bentuk jerami kering, tetapi dikombinasikan dengan suplemen lain.

Jerami-Urea

Berbagai perlakuan untuk meningkatkan mutu jerami padi telah dilakukan. Peternak di kawasan Asia Tenggara umumnya memberikan perlakuan urea pada jerami padi karena mudah dilakukan dan dapat meningkatkan kandungan nitrogen dan pencernaan jerami. Berbagai penelitian pemanfaatan jerami padi dengan suplementasi sisa hasil industri pertanian maupun hijauan leguminosa segar untuk pakan ternak ruminansia kecil telah dilakukan. Untuk menggantikan rumput segar, jerami padi dapat digunakan hingga proporsi 10%, tetapi apabila digunakan bersamaan dengan konsentrat, jerami padi dapat menggantikan rumput hingga 30% untuk kambing dan domba.

Jerami Urea-Tetes

Manurung dan Zulbardi (1996) melaporkan kombinasi takaran urea (0, 0,5; 1; 1,5 dan 2% dari bobot jerami) dan tetes (0; 1; 2; dan 3%) dicampur dengan 5 kg potongan jerami padi, lalu disimpan selama 21 hari dalam kantong plastik. Perlakuan urea dan

tetes menurunkan kandungan silikat dan menaikkan kadar protein kasar jerami padi. Nilai cerna bahan kering dan jerami padi tidak nyata dipengaruhi oleh pemberian urea, tetapi sangat nyata meningkat dengan pemberian tetes. Disimpulkan, urea dan tetes dapat meningkatkan kualitas pakan jerami padi. Penambahan 1,5% urea dan 3% tetes meningkatkan kualitas pakan menjadi setara dengan rumput gajah (*napier grass*).

Menurut Parakkasi (1995), nilai manfaat setiap bahan pakan bergantung pada beberapa faktor, antara lain kandungan nutrisi pakan dan daya cerna dari nutrisi tersebut. Pakan ternak yang baik mengandung:

- *Roughage* (massa-hijauan) lebih dari 18%. Sumber hijauan adalah rumput gajah, daun kacang tanah, dan jerami padi.
- Konsentrat kurang dari 18%. Sumber konsentrat adalah dedak padi (bekatul), tepung jagung, dan tepung ikan.
- *Feed suplement* dan *feed additives* yang dapat berbentuk protein, vitamin suplemen, atau mineral suplemen.

Jerami Urea-Amonia

Sebagaimana yang dilaporkan oleh Susila (1999), bobot kering, komponen serat (*neutral detergent fibre-NDF*), dan konsumsi energi antara perlakuan jerami padi yang diberi urea amonia dan perlakuan rumput gajah tidak nyata. Konsumsi protein kasar (CP) pada perlakuan jerami nyata lebih tinggi dibandingkan dengan rumput gajah, tetapi nilai cerna (*dry matter digestibility*) jerami nyata lebih rendah daripada rumput gajah. Dapat disimpulkan bahwa menggantikan rumput gajah dengan jerami padi yang diberi perlakuan urea amonia tidak mempengaruhi DM, NDF, dan konsumsi energi, tetapi nyata menaikkan konsumsi protein kasar dan menurunkan komponen serat.

Sistem Defaunasi dan Faktor Pertumbuhan Mikroba

Menurut Talib *et al.* (1998), sistem defaunasi yang dikombinasikan dengan faktor pertumbuhan mikroba (FPM) telah dilakukan untuk memperbaiki kecernaan ruminal jerami padi. Kombinasi ekstrak kasar metanol (EKM, 1000 ppm) dari buah lerak dengan FPM ditambahkan ke dalam medium fermentasi ruminal secara

anaerobik. Jerami padi digunakan sebagai substrat dan cairan rumen domba sebagai inokulan. Substrat (jerami padi) difermentasi ruminal secara anaerobik dan mikrobial pada suhu 39°C selama 96 jam. EKM secara individual maupun dikombinasikan dengan FPM dapat mengeliminasi 46-83% populasi protozoa, eliminasi tertinggi (83%) diberikan oleh kombinasi EKM dengan Mix FPM (campuran Zn 8 ppm, Cu 0,8 ppm, asam folat 0,1 ppm, thiaminhidroklorida 0,05 ppm, riboflavin 0,05 ppm, asam fenilpropionat 100 ppm, dan molases 45 ppm). Eliminasi sebagian besar populasi protozoa meningkatkan populasi bakteri pada semua perlakuan kecuali perlakuan asam folat. Peningkatan tertinggi populasi bakteri diberikan oleh perlakuan kombinasi EKM dengan Mix FPM (500%). Kombinasi EKM dengan Mix FPM adalah yang terbaik untuk meningkatkan pencernaan ruminal jerami padi.

Jerami Padi Fermentasi

Jerami padi fermentasi sebagai pakan enam jenis sapi (SO, PO Boyolali, PO Gunung Kidul, PO Pasuruan, BX, dan Peranakan FH) meningkatkan pertambahan bobot badan harian (PBBH) sapi 0,42-0,75 kg/ekor/hari dengan konversi pakan untuk keenam jenis sapi berkisar antara 11,20-13,94. Dapat disimpulkan bahwa pemberian jerami padi fermentasi pada sapi tidak mengurangi respon fisiologis ternak, tetapi respon jenis sapi terhadap jerami padi fermentasi bervariasi menurut asal ternak (Kostaman *et al.* 1999).

Silase Jerami Padi

Pakan hijauan silase jerami padi yang ditambah mikroba rumen kerbau memberikan nilai pencernaan yang sama dengan rumput gajah pada ternak sapi Peranakan Ongole (Bestari *et al.* 1999). Pakan hijauan dan konsentrat diberikan 2,25% dari bobot badan sapi. Konsumsi BK dan BO ransum silase jerami padi dengan penambahan mikroba rumen kerbau (R3) masing-masing 6.882 g dan 5.974 g/ekor/hari, tidak berbeda nyata dengan ransum rumput gajah segar (R1) (6.905 g dan 6.188 g/ekor/hari), dan berbeda nyata dengan ransum jerami padi segar (R2) (6.654 dan 5.588 g/ekor/hari). Konsumsi protein ransum R3 adalah 905 g, nyata lebih tinggi dari R2 (827 g), sedangkan konsumsi protein ransum R1 (951 g/ekor/hari) lebih tinggi 46 g dari R3 dan 124 g dari R2.

Kecernaan bahan kering dan bahan organik ransum R3 adalah yang terbaik, yaitu 68,2% dan 78,0%, nyata lebih tinggi dibandingkan dengan ransum R2 (61,8% dan 71,6%). Kecernaan protein kasar ransum R3 juga terbaik (71,8%) dan berbeda nyata dengan ransum R1 (67,1%) atau R2 (65,2%).

Kecernaan pakan perlakuan pemberian silase jerami padi yang dicampur cairan rumen kerbau dan molase (T3) nyata lebih baik dibandingkan dengan pemberian jerami (T2) (Bestari *et al.* 2000). Setelah 15 minggu pemberian, penambahan bobot badan harian sapi yang mendapat perlakuan rumput gajah (T1) (738 g/ekor/hari) tidak berbeda nyata dengan perlakuan T3 (726 g/ekor/hari). Pemberian hijauan silase jerami padi yang dicampur dengan cairan rumen kerbau dan molase pada sapi Peranakan Ongole tidak nyata meningkatkan penambahan bobot badan dibandingkan dengan pemberian rumput gajah, tetapi tingkat efisiensi penggunaan pakan lebih baik dibandingkan dengan rumput gajah dan jerami padi.

Thalib *et al.* (1999) melaporkan, perlakuan silase jerami padi dengan penambahan mikroba rumen kerbau telah dilakukan untuk memanipulasi pencernaan ruminal jerami padi pada sapi peranakan PO. Tiga ekor sapi berfistula masing-masing diberi perlakuan: 1) jerami padi tanpa perlakuan (JPTP); 2) silase jerami padi ditambah mikroba rumen kerbau (SJPMR-Kr), dan 3) rumput gajah (RG). Seluruh ransum diformulasi secara isonitrogen (protein kasar = 14%) dan diberikan pada ternak selama 4 minggu. Pada minggu keempat, cairan rumen ternak dinilai kemampuannya secara *in vitro* untuk mencerna pakan dasarnya masing-masing sebagai substrat. Hasilnya memperlihatkan bahwa produksi gas kumulatif dari fermentasi substrat (96 jam) oleh cairan rumen dari sapi yang diberi ransum (SJPMR-Kr) adalah 205% pada perlakuan JPTP dan 151% pada perlakuan RG. Pengukuran daya cerna bahan kering (DMD) substrat dari lanjutan prosedur pengukuran produksi gas memperlihatkan kecenderungan yang sama, yakni DMD untuk JPTP 33%, SJPMR-Kr 54%, dan RG 45%). *In sacco* DMD (72 jam) juga memperlihatkan kecenderungan yang sama dengan produksi gas, yakni *in sacco* DMD untuk JPTP 35%, SJPMR-Kr 44%, dan RG 39%).

Jerami Padi Amoniasi Urea

Jerami padi amoniasi (ditambah 2-4% N urea) yang diperam selama 2 dan 4 minggu memberikan pengaruh sangat nyata terhadap daya cerna NDF, ADF, dan ADL ransum domba lokal (Arief 2001). Utomo *et al.* (1998) melaporkan, perlakuan jerami padi amoniasi urea (JPAU) sebanyak 6% dari bobot bahan kering jerami dan diperam selama 14-28 hari pada sapi potong menunjukkan bahwa: (1) penggunaan JPAU meningkatkan bobot badan yang lebih tinggi dibandingkan dengan nonamoniasi, (2) JPAU dapat digunakan sebagai pengganti rumput pada ransum penggemukan domba, (3) JPAU dapat digunakan sebagai pengganti rumput pada ransum sapi perah dengan produksi susu sekitar 10 l/ekor/hari.

Kombinasi urea 4 kg/ton bahan kering jerami dan 6 kg probiotik/ton jerami menghasilkan kecernaan in sacco (46,1%) dan kecepatan degradasi (5,58%/jam) bahan kering paling tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya (Agus *et al.* 1998).

Thalib dan Widiawati (1995) melaporkan 70-85% bahan pakan yang dikonsumsi ternak ruminansia dicerna dengan bantuan mikroba. Aktivitas mikroba rumen dapat ditingkatkan dengan pemberian *feed additive* atau faktor pertumbuhan mikroba. Dalam penelitian ini, telah dilakukan studi pengaruh phenylpropionic acid (PPA) dan kombinasi PPA dengan beberapa vitamin terhadap populasi bakteri dan degradasi mikrobial substrat jerami padi. Pencerna substrat (bersumber dari cairan rumen sapi PO) ditempatkan dalam botol-botol inkubator berisi medium tumbuh anaerobik, kemudian diberi perlakuan penambahan PPA dengan dosis 0, 100, 200, 300, 400 dan 500 micro M. Perlakuan penambahan PPA yang memberikan produksi gas hasil fermentasi substrat tertinggi dikombinasikan masing-masing dengan thiamin-hidroklorida (100 ug/L), asam folat (100 ug/L), riboflavin (100 ug/L), dan biotin (20 ug/L). Hasil penelitian menunjukkan bahwa populasi bakteri meningkat dengan meningkatnya dosis PPA. Perlakuan 500uM PPA meningkatkan populasi bakteri (\pm 300% dari kontrol). Volume produksi gas tertinggi diberikan oleh perlakuan 400 uM PPA, 9% lebih tinggi dari kontrol. Kombinasi perlakuan 400 uM PPA dengan 100 ug/L asam folat memberikan pengaruh yang tertinggi terhadap peningkatan populasi bakteri (\pm 400% dari kontrol) dan volume produksi gas (\pm 21% lebih tinggi

dari kontrol), bila dibandingkan dengan perlakuan kombinasi lainnya. Pengaruh PPA terhadap populasi bakteri dan degradasi substrat jerami padi dapat lebih tinggi lagi dengan penambahan asam folat.

Jerami Kalsium-Cattle Mix

Penambahan Ca dan *cattle-mix* pada jerami padi dapat meningkatkan konsumsi pakan sapi Madura berumur 1,5-2 tahun dengan bobot badan awal rata-rata 131-140 kg. Hal ini disebabkan oleh meningkatnya palabilitas pakan tersebut, sedangkan penambahan mineral sulfur menurunkan konsumsi pakan. Penambahan *cattle-mix* yang dikombinasikan dengan kalsium dan/atau sulfur mempunyai tendensi meningkatkan pertambahan bobot badan dan efisiensi pakan sapi Madura (Hasnudi dan Jacob 1991).

Teknologi fermentasi jerami padi masih sangat sederhana dan belum mengarah kepada pemanfaatan jasad renik/mikroba spesifik yang mampu menambah ikatan lignin selulosa sehingga selulosa dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi bagi pertumbuhan mikroba dan meningkatkan kandungan protein jerami padi. Penelitian pendahuluan dalam skala laboratorium menunjukkan bahwa kandungan protein jerami padi fermentasi meningkat dari 6% menjadi 16%.

Ca dan P merupakan mineral yang menjadi faktor pembatas dalam penyusunan pakan sapi potong di samping protein dan energi. Ca dan P sangat dibutuhkan oleh ternak karena mempengaruhi metabolisme energi dan protein. Ca dan P yang tidak seimbang menyebabkan ternak kekurangan Ca dan menurunkan metabolisme energi, terutama pada siklus krebs. Sebaliknya, ketersediaan protein sangat mempengaruhi penggunaan Ca karena asam amino merupakan *precursor* dalam metabolisme Ca dalam transfer energi. Pakan yang kekurangan protein biasanya menurunkan ketersediaan Ca dalam tubuh ternak.

Farida (1995) mendapatkan bahwa pencernaan dan mutu bahan organik dari jerami padi yang diberi 3% kapur + 2% urea dan diinkubasi selama 20 hari lebih baik dibandingkan dengan hanya diberi kapur (5%). Jerami yang diberi kapur + urea meng-

alami perubahan, yaitu pH-nya terus meningkat selama inkubasi dan menimbulkan bau amoniak. Jerami yang hanya diberi kapur mengalami penurunan pH dan mengeluarkan bau alkohol, serta ditumbuhi jamur.

Kombinasi tekanan uap minimum dan lamanya tekanan yang diberikan kepada jerami padi untuk mengubah susunan nutrisi (*alteration*), pencernaan (*digestibility*) optimum, dan asam-asam volatile maksimum 7 kg/cm² adalah 25 menit (Rumetor 1995).

Jerami padi di Malaysia juga digunakan sebagai pakan kuda. Chaff Products Malaysia Sdn Bhd. (Chaff Products) di Tobiar, Pendang, bekerja sama dengan perusahaan dari Australia mendapatkan bahwa kandungan nutrisi jerami padi lebih tinggi daripada jerami gandum. Dalam proses pembuatan pakan kuda, jerami padi untuk setiap 300 kg digulung dengan mesin khusus yang hanya memerlukan waktu tiga menit. Dalam gelar teknologi pada persawahan di Jabi, cara ini bukan hanya dapat mengurangi pembakaran jerami secara terbuka, tetapi juga dapat menghemat devisa negara, karena sebagian besar pakan kuda diimpor.

Nilai bahan pakan antara lain ditentukan oleh tinggi rendahnya kandungan protein. Dibandingkan dengan jerami padi segar, limbah media tanam jamur tiram putih sedikit lebih tinggi mutunya. Kandungan protein kasar jerami padi adalah 7,80% bahan kering (Suwandiyastuti 1989), sedangkan kandungan protein kasar limbah media tanam jamur tiram putih 8,65% bahan kering.

Menurut Pambudi (1989), penurunan kandungan serat kasar terjadi akibat perubahan struktur oleh mikroorganisme selama pengomposan dan pertumbuhan jamur, sehingga dapat memperbaiki pencernaan jerami padi. Penurunan kandungan serat kasar ini (Tabel 6) dapat pula terjadi karena penambahan urea pada proses pengomposan, sehingga terjadi proses hidrolisis. Urea yang bercampur dengan air akan menghasilkan Amonium hidroksida (NH₄OH) yang akan menghidrolisis jerami sehingga strukturnya menjadi lebih lunak. Doyle *et al.* (1986) menyatakan bahwa beberapa spesies jamur tiram (*Pleurotus ostreatus*, *P. cajus*, *P. florida*) bersifat lignolitik yang dapat dapat mengurangi kadar lignin.

Tabel 6. Komposisi nutrisi kompos jamur merang dan jerami padi.

Uraian	Bahan kering (%BK)	Abu (%BK)	Lemak (%BK)	Serat kasar (%BK)	Protein kasar (%BK)	BETN (%BK)
Kompos	42,72	37,20	1,07	22,35	8,40	30,98
Jerami padi	45,30	35,15	3,14	25,17	7,80	28,74

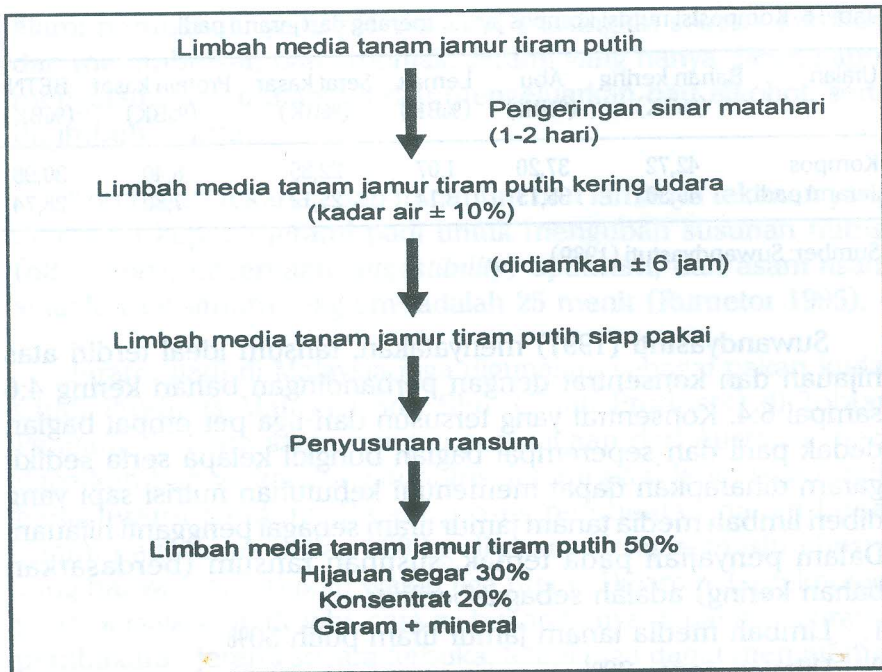
Sumber: Suwandiyastuti (1989).

Suwandiyastuti (1991) menyatakan, ransum ideal terdiri atas hijauan dan konsentrat dengan perbandingan bahan kering 4:6 sampai 6:4. Konsentrat yang tersusun dari tiga per empat bagian dedak padi dan seperempat bagian bungkil kelapa serta sedikit garam diharapkan dapat memenuhi kebutuhan nutrisi sapi yang diberi limbah media tanam jamur tiram sebagai pengganti hijauan. Dalam penyajian pada ternak, susunan ransum (berdasarkan bahan kering) adalah sebagai berikut:

1. Limbah media tanam jamur tiram putih 50%
2. Hijauan segar 30%
3. Konsentrat 20%
4. Garam + mineral (secukupnya)

Agar ternak ruminansia tidak terkejut atas perubahan pakan maka pemberian limbah media tanam jamur tiram dilakukan secara bertahap, sedikit demi sedikit. Penggantian rumput dengan limbah media tanam dimulai dengan seperempat bagian rumput biasa dan ditingkatkan setiap hari sampai mencapai tiga per empat bagian. Limbah media tanam diberikan pada pagi hari sebelum ternak makan atau dicampur dengan bahan pakan yang sudah biasa diberikan dan disukai ternak. Proses pemanfaatan limbah media tanam jamur tiram sebagai pakan ternak ruminansia dapat dilihat pada Gambar 3.

Pemangkasan daun padi dapat mengubah komposisi kimia organik dan kualitas jerami. Semakin tua umur tanaman padi semakin turun kandungan protein kasar, tetapi semakin naik kandungan *neutral detergent fiber* (NDF) dan *acid detergent fiber* (ADF). Perlakuan terbaik untuk kualitas jerami padi adalah dipotong setinggi 25 cm dari permukaan tanah pada 30 HST (Jamarun *et al.* 1999).



Gambar 3. Proses pemanfaatan dan penyusunan limbah media tanam jamur tiram putih dalam ransum pakan sapi.

Jerami sebagai Media Jamur Merang

Soepriaman (1997) mendokumentasikan cara budi daya jamur merang dan jamur pangan lainnya dengan menggunakan limbah pertanian. Periode pengomposan optimum jerami padi adalah 7 hari, dan ketebalan jerami padi optimum bagi pertumbuhan substrat *Volvariella volvacea* adalah 20 cm. Keterbatasan strain yang berkualitas tinggi dan kontaminasi oleh *Caprinus sp.*, *Aspergillus sp.*, *Penicillium sp.*, *Monilia sp.* dan fungsi saprofit lainnya masih merupakan masalah serius dalam produksi jamur.

Retardan dan Promotor Jasad Renik

Penggunaan fungi *Trichoderma harzianum* ke tanah (2 g/kg tanah) dan kompos jerami (1%) efektif mengendalikan *Sclerotium oryzae*, penyebab penyakit busuk batang pada tanaman padi gogo (Sudantha 1995). Supeno (1995) melaporkan bahwa pemberian

1% kompos jerami padi ke tanah, 2 minggu sebelum tanam, efektif menekan penyakit layu *Fusarium* pada tomat dan menghambat perkembangan populasi fungi dalam tanah.

Jerami padi merupakan substrat untuk bertahan *R. solani* yang lebih baik daripada tanah. Bibit yang ditanam di tanah yang diinokulasi dengan inokulan pada jerami padi menunjukkan intensitas penyakit lebih tinggi, perkembangan gejala lebih awal, dan lebih terhambat pertumbuhannya daripada bibit yang diinokulasi dengan inokulan dalam tanah (Pusposendjojo 1999). *Rhizoctonia solani* Kuhn merupakan jamur polifag penyebab penyakit busuk semai pada persemaian. Jamur ini membentuk struktur tahan berupa sklerotium pada sisa-sisa tanaman. Sklerotium menjadi inokulum utama untuk pertanaman selanjutnya. Viabilitas dan patogenisitas inokulum dipengaruhi oleh jenis substrat tempat inokulum bertahan dan beristirahat.

Menurut Mala (1999a), *T. harzianum* berpotensi sebagai dekomposer jerami padi yang dapat dikembangkan melalui seleksi. Berdasarkan potensi tumbuhnya pada jerami padi dan media CMC, kecepatan respirasi dan kecepatan produksi biomas jerami, 10 galur *Trichoderma* terpilih. Hampir semua galur dapat mempercepat dekomposisi jerami padi dalam 19 hari (C/N 20). Pemberian 1 ton kompos setara dengan 25 kg urea, 1 kg SP36, dan 66,6 kg KCl. Penelitian Mala (1999b) menunjukkan bahwa pemberian 1-3 ton/ha kompos jerami meningkatkan hasil padi pada lahan sawah bukaan baru 1,0-3,5 ton/ha.

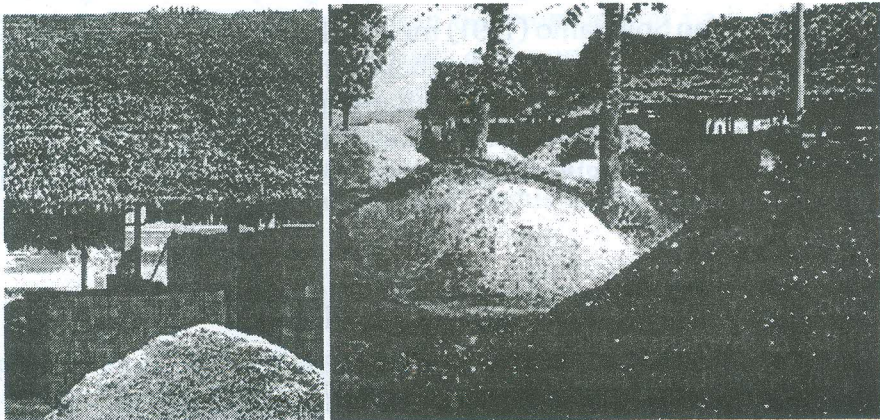
Hartati dan Soewanto (1991) melaporkan pengaruh pengelolaan jerami padi, yang dipakai sebagai mulsa pada pertanaman kedelai, terhadap perkembangan hama penting, khususnya lalat bibit (*Ophiomyia phaseoli*). Tingkat serangan hama lalat bibit tertekan apabila tunggul jerami dibiarkan atau jerami dikembalikan sebagai mulsa.

Bahan Bakar dan Biogas

Di Cina, jerami padi sebagian digunakan sebagai bahan bakar. Penggunaannya per kapita rata-rata 146 kg/tahun. Di Indonesia, jerami juga digunakan sebagai bahan bakar pada pabrik bata

(bahan bangunan). Jerami dan sekam padi kering digunakan untuk bahan bakar bata merah (Gambar 4). Kotoran sapi, sampah daun-daunan, dan jerami padi memiliki energi kalori yang apabila diolah melalui proses karbonisasi dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi panas untuk rumah tangga seperti batubara. Briket batubara kurang digemari masyarakat karena panas yang dihasilkan terlalu tinggi sehingga merusak alat masak dan tidak praktis. Sebaliknya, briket dari jerami, sampah, dan kotoran sapi atau briket bioarang memiliki panas yang cukup sehingga tidak merusak alat masak. Panas yang dihasilkan briket batubara mencapai 6.000-7.000 kilokalori (kcal), minyak tanah 10.000 kcal, briket kotoran sapi maksimal 4.200 kcal, dan briket sampah daun dan jerami padi masih di bawahnya.

Biomassa merupakan bahan hayati yang biasanya dianggap sebagai sampah dan sering dimusnahkan dengan cara dibakar. Biomassa tersebut dapat diolah menjadi bioarang, yang merupakan bahan bakar yang memiliki nilai kalori yang cukup tinggi dan dapat digunakan dalam kehidupan sehari-hari melalui proses pirolisis. Pada proses pirolisis banyak faktor yang dapat menentukan kualitas bioarang tersebut, antara lain gas inert (CO_2 dan N_2). Bahan baku (biomassa) yang digunakan adalah jerami padi. Jerami dimasukkan ke dalam retort yang telah konstan suhunya, kemudian proses pirolisis berlangsung. Proses kondensasinya menggunakan kondensor ganda agar hasilnya maksimal. Pirolisis



Gambar 4. Jerami dan sekam digunakan sebagai bahan bakar batu bata (bahan bangunan).

menghasilkan hasil char, tar, karbon tetap, dan gas dengan nilai pembakaran tertinggi.

Fermentasi biogas dapat dibuat dari berbagai residu tanaman dan sumber bahan organik, termasuk jerami dan dari setiap kg jerami dihasilkan 0,25 m³ gas metan dan residunya mengandung 38% C (Wen dan Lin 1982). Jerami padi relatif sulit terdekomposisi. Hanya 9-16% dari produksi total terjadi dalam periode yang sama dan pada suhu yang sama. Untuk mempercepat produksi gas, jerami atau sekam sebaiknya dikomposkan dahulu. Biaya untuk membangun reaktor biogas dan kecepatan produksi gas perlu diperhitungkan agar tidak merugi. Diperkirakan biayanya 25-50 dolar Amerika Serikat untuk satu unit reaktor berkapasitas 10-m³ gas metan.

Jerami untuk Pemeliharaan Ikan/Udang

Hadie *et al.* (1995) melaporkan hasil penelitian pengaruh penggunaan pupuk kandang dan jerami pada pemeliharaan udang galah pada lahan sawah di Ciherang, Bogor, Jawa Barat. Penggunaan pupuk kandang (kotoran ayam) 0,2 kg/m² dan jerami 0,5 kg/m² + pupuk kandang (kotoran ayam) 0,2 kg/m² menghasilkan derajat kelangsungan hidup udang galah yang lebih baik dibandingkan dengan perlakuan 0,75 kg jerami + 0,2 kg kotoran ayam/m² dan 0,25 kg jerami/m² + 0,2 kg kotoran ayam/m², masing-masing 72,7% dan 67,8%. Pemberian pakan tambahan kurang efektif karena terjadi pertumbuhan massal (*blooming*) alga dari jenis *Enteromorpha* sp. dan *Spirogyra* sp. yang mengganggu udang secara fisik dan juga terhadap pemberian pakan.

Jerami sebagai Bahan Baku Industri

Limbah pertanian sebagian besar mengandung lignoselulosa. Limbah lignoselulosa memiliki potensi untuk pengembangan produk masa depan. Degradasi lignoselulosa dapat digunakan sebagai bahan baku industri pangan, minuman, pakan, kertas, tekstil, dan kompos (Richana *et al.* 2004). Lignoselulosa terdiri atas tiga komponen fraksi serat, yaitu selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Dari ketiga komponen tersebut selulosa merupakan

komponen yang sudah banyak dimanfaatkan untuk industri kertas, sedangkan hemiselulosa belum banyak dimanfaatkan. Salah satu komponen penyusun hemiselulosa dan merupakan bagian terbesar dari hemiselulosa tanaman pangan adalah xilan. Xilan memiliki rantai b-1,4-xilosida dan biasanya tersusun atas 150-200 monomer xilosa (Kulkarni *et al.* 1999). Xilan terdapat di hampir semua tanaman, khususnya pada limbah tanaman pangan seperti tongkol jagung, bagas tebu, jerami padi, dedak gandum, dan biji kapas dengan konsentrasi berkisar antara 16-40% (Jaeggle 1975 dalam Richana *et al.* 2004).

Sebagai bahan baku industri, xilan dapat dimanfaatkan untuk:

1. Gula xilitol, pemanis berkalori rendah, indeks glikemik jauh lebih rendah sehingga tidak meningkatkan kadar gula dalam darah dan di metabolisme tanpa membutuhkan insulin. Oleh karena itu, xilitol sangat baik untuk penderita diabetes. Xilitol juga dapat digunakan untuk permen karet, dan pasta gigi yang dapat menguatkan gigi (Anonim 2004; Saha dan Bothas 1998 dalam Richana *et al.* 2004).
2. Furfural, dapat digunakan sebagai bahan pelarut pada industri minyak bumi, pelarut reaktif untuk resin fenol, disinfektan, dan sebagai bahan awal untuk memproduksi berbagai bahan kimia dan polimer lainnya (Sjostroom 1995, Mansilla *et al.* 1998 dalam Richana *et al.* 2004).
3. Substrat untuk memproduksi enzim xilanase, yang sangat bermanfaat dalam industri pangan maupun pakan. Xilanase dapat dimanfaatkan untuk campuran pakan ternak, penjemihan sirup, pembuatan gula xilosa, dan bahan pemutih kertas.

Untuk mendukung program perumahan dengan konstruksi yang terjangkau oleh penduduk berpendapatan rendah dan sekaligus mempromosikan penyediaan materi lokal untuk bangunan, sisa jerami padi berpotensi untuk digunakan sebagai bahan bangunan. Jerami mengandung serat dan silikat (SiO_2) yang kalau dicampur dengan semen dapat membentuk kalsium silikat hidrat, wax, pentosan, dan lignin. Bahan ini relatif murah dan mudah tersedia. Penambahan bahan organik dari jerami padi dalam pembuatan papan panel (*panel board*) dapat memperbaiki kualitas, kuat namun ringan dan sifat termal (panas) Rozak *et al.* (1998).

Jerami padi dapat pula digunakan untuk bahan kerajinan tangan seperti kap lampu meja, lampu gantung, bingkai gambar dan tas, tempat penyimpanan nota, memo, maupun kartu nama. Tahapan pembuatannya adalah sebagai berikut: (1) pembersihan bahan baku; (2) pemotongan jerami; (3) jerami direbus dengan menggunakan soda caustic untuk menghaluskan; (4) mengurai dengan cara memukul jerami yang telah direbus sehingga menghasilkan pulpa; (5) membentuk kepingan dan menangguk pulpa dalam takungan berbentuk kolam untuk menghasilkan kepingan kertas basah; (6) kertas basah dijemur hingga kering atau dimampatkan agar diperoleh permukaan kertas yang licin dan kuat.

Bahan Penjerap Logam Berat dalam Air

Logam berat dalam air merupakan bahan pencemar yang membahayakan kesehatan manusia dan ternak bila dikonsumsi atau terkena kulit. Dengan semakin tingginya peluang tercemarnya air (air minum maupun air untuk mandi) maka perlu upaya mencegah pencemaran dan membersihkan air yang sudah tercemari. Bahan yang relatif murah dan mudah digunakan untuk mengeliminasi atau mengurangi pencemaran logam berat dalam air adalah sekam dan jerami padi. Sekam dan jerami padi diolah dengan larutan 1%, 2%, 3%, dan 4% NaOH. Perlakuan jerami dengan NaOH 2% dengan waktu pendiaman 1 jam menunjukkan aktivitas penjerapan Cd yang paling tinggi. Sekam pada umumnya menunjukkan aktivitas penjerapan yang lebih rendah dibandingkan dengan jerami, baik untuk Cd maupun Pb. Persentase terjerap tertinggi untuk Pb didapat dari konsentrasi jerami 3% dan 4% dengan perlakuan NaOH 3% dan 4%. Penyerapan logam Cd didapat dari jerami 4% dengan perlakuan NaOH 3% dan 4% dan didiamkan selama 4 jam (Kohar dan Setyaningrum).

DAMPAK SALAH KELOLA JERAMI PADI

Jerami sebaiknya tidak diberikan ke petak tanaman dalam bentuk segar, tetapi dalam bentuk kompos. Oleh karena jerami mengandung karbon dan nitrogen dengan C/N tinggi, maka pem-

berianya pada lahan sawah menyebabkan N tanah terserap ke dalam jaringan jerami sebelum jerami dirombak oleh jasad renik di dalam tanah. Proses ini menyebabkan kandungan hara dalam tanah turun sehingga berpotensi kahat N. Semakin banyak jerami yang diberikan semakin parah tanaman kekurangan N.

Pemberian jerami langsung untuk pakan ternak kurang baik dari aspek kesehatan ternak maupun peluang peningkatan emisi gas metan sebagai salah satu gas rumah kaca.

Pemberian jerami ke tanah berdrainase buruk menyebabkan perombakan jerami berlangsung secara anaerobik. Asam-asam organik yang terbentuk dari perombakan jasad renik menyebabkan tanah masam, kadar besi-fero meningkat yang dapat me-



Gambar 5. Jerami sisa panen dibakar menghasilkan polusi asap dan hilangnya sejumlah hara tanaman.

nyebabkan tanaman keracunan besi. Kehilangan karbon dalam bentuk gas metan juga terjadi. Gas rawa (H_2S) juga terbentuk yang dapat menghambat respirasi dan penyerapan hara bagi tanaman.

Membakar jerami merupakan suatu cara membuang jerami yang banyak dilakukan di sejumlah negara (Tanaka 1978). Cara ini jarang dilakukan di Jepang, India, dan Sri Langka. Jerami padi bila dibakar mengeluarkan asap polusi ke udara yang dapat membahayakan pernapasan, mata terasa pedih dan juga mengganggu lalu lintas. Keuntungan cara ini bersifat individual yaitu membunuh hama dan penyakit yang melekat di jerami dan mempercepat persiapan lahan, hemat tenaga, dan energi. Perubahan jerami menjadi arang atau abu berakibat hilangnya unsur C, H, O, N, P, dan K. Hara P dan K hilang masing-masing sebesar 10% dan 30%. Kandungan hara abu jerami hasil pembakaran sekitar 0,6% N, 0,09% P, dan 1,08% K, hampir sama (kecuali K) dengan sebelum pembakaran yaitu 0,6% N, 0,1% P, dan 1,5% K, namun secara kuantitas terjadi penurunan akibat pembakaran C. Hal ini menunjukkan besarnya kehilangan hara sejalan dengan besarnya penurunan bobot bahan yang terbakar.

PENGELOLAAN JERAMI PADI

Salah kelola jerami padi seperti membakar, menebarkan jerami mentah pada lahan sawah atau pada lahan berdrainase buruk berbahaya bagi manusia dan lingkungan. Gangguan asap akibat kebakaran hutan mengganggu kepentingan umum dan mencemari lingkungan, seperti menyebabkan sesak napas, mata pedih, membahayakan lalu lintas akibat gangguan pandangan, merusak paru-paru manusia, menaikkan konsentrasi CO , CO_2 , dan CO_x (GRK) di udara. Meningkatnya konsentrasi GRK akibat pembakaran hutan berdampak terhadap memanasnya suhu bumi yang dikenal dengan istilah *global warming*.

Petani membakar jerami dengan pertimbangan agar lahannya cepat bersih, meringankan pembuangan sisa-sisa panen (jerami) sehingga lahannya dapat cepat diolah. Jerami yang mengandung patogen bila dibakar menyebabkan larva, telur, serangga, tikus habis atau berpindah tempat, sehingga lahan menjadi bersih dari

sumber hama dan penyakit tanaman, serta bersih dari sarang tikus walaupun pada waktu yang sama juga terjadi kematian biota berguna seperti parasit, predator antagonis dan kompetitor. Hal ini menyebabkan petani sulit dilarang untuk tidak membakar jerami hasil panen.

Dari kedua hal di atas perlu diambil solusi yang menguntungkan, yaitu dengan cara pemanfaatan jerami untuk berbagai aspek (10 manfaat) seperti yang telah diuraikan di atas. Jerami padi perlu dimaknai sebagai produk panen dan merupakan pendapatan tambahan dari usahatani padi. Apabila petani telah mengetahui manfaat jerami, maka secara spontan akan meninggalkan cara-cara yang tidak terpuji seperti membakar jerami.

Untuk mengurangi terbentuknya emisi gas rumah kaca seperti CO_2 , CH_4 , N_2O , maka pemberian jerami segar pada lahan sawah sebaiknya dihindarkan. Pemberian jerami sebelum tanam dimaksudkan sebagai sumber N susulan, karena hara N jerami baru terlepas setelah beberapa minggu setelah tanam. Pemberian jerami sebaiknya dalam bentuk kompos matang (C/N rasio <12).

Pemberian jerami sebaiknya dilakukan sebagai mulsa pada tanaman di lahan kering, terutama untuk daerah-daerah kering karena dapat mengkonservasi kadar air tanah.

Pada masa mendatang manfaat jerami padi akan lebih meningkat sejalan dengan berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi. Pemanfaatan silikon asal jerami (5%) untuk peralatan elektronik, bahan bangunan (perekat, seal dll.), kosmetik dan sebagainya mempunyai prospek yang cerah.

Dari aspek pengaturan, perlu dibuat ketentuan hukum tingkat kabupaten atau propinsi tentang pelarangan pembakaran jerami padi di lahan sawah. Ketentuan pemanfaatan jerami harus menekankan pada pengembalian bahan organik ke lahan semula guna perawatan kesuburan tanah. Pengembalian jerami ke lahan dapat dikaitkan dengan kemudahan untuk memperoleh kredit usahatani atau keringanan pajak tanah. Di negara bagian California, Amerika Serikat, undang-undang pelarangan pembakaran jerami telah berjalan efektif karena masyarakat termasuk petani merasakan manfaatnya.

Dari informasi yang dikumpulkan seperti yang telah disajikan dan dibahas, jerami padi banyak sekali manfaatnya, sehingga tidak sepatutnya dibuang sebagai sisa tanaman yang tidak berguna. Jerami padi berfungsi sebagai sumber hara, sumber bahan organik, pembenah tanah, mulsa, konservasi lahan, pakan ternak, udang, media tumbuh jamur, media tumbuh hama dan penyakit dan predatornya, bahan bakar, dan bahan dasar industri.

Jerami sebagai bahan baku industri mungkin merupakan tantangan masa depan yang masih memerlukan teknologi tinggi. Menanam padi nantinya dapat dianggap sebagai kegiatan menambang silikon tanah melalui jerami padi. Apabila manfaat tersebut dapat dirasakan maka bertani padi merupakan suatu kegiatan yang selain dapat mencukupi kebutuhan pangan juga dapat menghidupi peternakan, mendukung sektor industri, dan berbagai kegiatan lainnya. Dalam kondisi demikian, petani akan memanfaatkan jerami padi secara spontan dan semaksimal mungkin, tidak lagi membuang jerami secara percuma, apalagi membakarnya.

Dengan demikian, sebagai penutup buku ini, diharapkan penyajian informasi tentang pemanfaatan jerami akan menyebabkan bertanam padi tidak lagi sebagai suatu usaha gurem, tetapi sebagai usaha multiguna, karena berfungsi (1) mencukupi kebutuhan pangan pokok; (2) membuka usaha peternakan; (3) membuka usaha budi daya jamur; hortikultura; (4) industri rumah tangga (kap lampu, hiasan, pembuatan bata, genting), (5) industri kimia (silikon, silan dsb.) yang kesemuanya akan mendorong peningkatan pendapatan petani/pengusaha padi, mendorong ekonomi pedesaan, hingga tingkat nasional, bersih lingkungan dan pengurangan polusi GRK karena jerami tidak lagi dibakar.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus, A.; R. Utomo, Ismaya, N. K. Wardhani, dan A. Musofie. 1998. Penggunaan probiotik untuk meningkatkan nilai nutrisi jerami padi dan efeknya terhadap penambahan bobot badan sapi PO. Prosiding Seminar Ilmiah dan Lokakarya Teknologi Spesifik Lokasi dalam Pengembangan Pertanian dengan Orientasi Agribisnis. p. 238-248.
- Arief, R. 2001. Pengaruh penggunaan jerami padi amoniasi terhadap daya cerna NDF, ADF dan ADL ransum domba lokal. *Jurnal Agroland*. 8(2):208-215.
- Basyir, A., P. Slamet, dan Suyamto. 1994. Pengelolaan hara pada lahan sawah dalam jangka panjang. Risalah Lokakarya Komunikasi Teknologi untuk Meningkatkan Produksi Tanaman Pangan di Jawa Timur. Edisi Khusus Balittan Malang, No.1., p. 12-29.
- Bestari, J., A. Thalib, H. Hamid, dan D. Suherman. 1999. Kecernaan in-vivo ransum silase jerami padi dengan penampilan mikroba rumen kerbau pada sapi Peranakan Ongole. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner* 4(4):273-242.
- Bestari, J.; A. Thalib, dan H. Hamid. 2000. Pengaruh kombinasi pemberian pakan silase jerami padi cairan rumen kerbau dan molase terhadap penambahan bobot badan sapi Peranakan Ongole. Prosiding Seminar Nasional Peternakan dan Veteriner. p. 242-250. Balai Penelitian Ternak, Bogor.
- Beye, G. 1977. Effects of ploughing-under of straw and duration of flooding before transplanting on the physicochemical properties of two rice fields on rice development and yield. *Agron. Trop.* 32:31-40.
- Brata, K.R. 1998. Pemanfaatan jerami padi sebagai mulsa vertikal untuk pengendalian aliran permukaan, erosi, dan kehilangan unsur hara dari pertanian lahan kering. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan* 1(1): 21-27.
- Dobermann, A. and T.H. Fairhurst. 2002. Rice straw management. *Better Crops International Rice*. Vol 16 (Special supplement).
- Fagi, A.M. dan S. Kartaatmadja. 2003. Teknologi budi daya padi: perkembangan dan peluang. p. 397-418. *Dalam: Faisal Kasryno et al. (Eds)*. Ekonomi padi dan beras Indonesia. Badan Litbang Pertanian. Jakarta.
- Fairhurst, T.H. and A. Dobermann. 2002. Rice in the global food supply. *Better Crops-International* Vol. 16 (Special Supplement).

- Flin, J.C. and V.P. Marciano. 1984. Rice straw and stubble management. p.593-611. *Dalam: Organic matter and rice*. IRRI, Los Banos, Philippines.
- Hadie, W., S. Koesoemadinata, dan Sutrisno. 1995. Pengaruh penggunaan jerami sebagai pupuk organik pada budi daya udang galah (*Macrobrachium rosenbergii*) di sawah sebagai pengganti palawija. Prosiding Seminar Hasil Penelitian Perikanan Air Tawar 1993/94. p.555-560.
- Hackenberg, P.N. 1948. Composting (composting). *Landbow* 20: 505-520.
- ICAR. 1971. Organic manure. Tech. Bull (Agriculture) No. 32. Indian Council of Agricultural Research. New Delhi, India.
- Indrawati. 2000. Pengaruh pembenaman sekam, bagas dan jerami padi pada jagung terhadap limpasan permukaan di lahan kering. Prosiding Seminar Teknologi Pertanian untuk Mendukung Agribisnis dalam Pengembangan Ekonomi Wilayah dan Ketahanan Pangan. p. 277-280.
- IRRI. 1965. Annual reports for 1964. Inter. Rice res. Inst. Los Banos. Philippines.
- Isgianto, S. Karsono, A. Munip, dan Riwanodjo. 1992. Penggunaan pupuk organik dan pengelolaannya pada padi sawah. p. 14-21.
- Ismunadji, M. 1978. Utilization of cereal crop residues and its agricultural significance in Indonesia. *Contr. Centr. Res. Inst. Agric. Bogor* 37.
- Jamarun, N., Tanamasni, dan N. Marini. 1999. Pengaruh pemotongan daun padi (*Oryza sativa* L.) terhadap kualitas jerami padi. *Jurnal Peternakan dan Lingkungan*. 5(2):60-63.
- Juliardi, I. dan B. Suprihatno. 1995. Pengaruh pemberian berbagai bahan organik dan takaran nitrogen terhadap hasil padi sawah. *Jurnal Penelitian Pertanian*. 14(2):81-88.
- Katyal, J.C. 1977. Influence of organic matter on chemical and electrochemical properties of some flooded soils. *Soil Biol.Biochem*. 9:259-266.
- Kohar, I. dan I. Setyaningrum. Studi pendahuluan kemampuan sekam dan jerami padi yang telah diolah dengan berbagai konsentrasi larutan.
- Kohar, I., R. Soediatmoko S., dan Susan. Pengaruh pH terhadap penyerapan logam kadmium dan timbal dalam air oleh jerami padi yang telah diolah.
- Kostaman, T., E. Handiwirawan, B. Haryanto, dan K. Diwyanto. 1999. Optimasi IP Padi 300 berbasis usaha pemeliharaan sapi melalui pemanfaatan jerami padi sebagai sumber bahan organik: respon penggunaan bangsa sapi potong terhadap pemberian jerami padi. *Buku Panduan Seminar Nasional Peternakan dan Veteriner*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan. p. 39.

- Kulkarni, N., A. Shendye, and M. Rao. 1999. Molecular and biotechnological aspects of xylanases. *FEMS Microbiol. Rev.* 23:411-456.
- Las, I., A.K. Makarim, S. Kartaatmadja, Husin M. Toha, A. Gani, H. Pane, dan S. Abdurachman. 2003. Panduan teknis pengelolaan tanaman dan sumber daya terpadu padi sawah irigasi. Departemen Pertanian. 34p.
- Lin, X.X., L.L. Cheng, S.L. Chi, and Q.X. Wen. 1980. Characteristics of decomposition of plant residues in soils of southern part in Jiangsu Province. *Acta Pedol.Sin.* 17:319-327.
- MaClean, J.L., D.C. Dawe, B. Hardy, and G.P. Hettel. 2002. Rice almanac. Third edition. IRRI, Philippines. FAO, Rome. Italy.
- Mala, Y. 1999a. Potensi pengembangan *Trichoderma harzianum* sebagai dekomposer limbah jerami padi pada usaha tani padi sawah. Prosiding Seminar Peningkatan Produksi Padi Nasional melalui Sistem Tabela Padi Sawah dan Pemanfaatan Lahan Kurang Produktif. p. 294-299.
- Mala, Y. 1999b. Peningkatan produksi sawah bukaan baru dengan penggunaan kompos jerami padi. Prosiding Seminar Peningkatan Produksi Padi Nasional melalui Sistem Tabela Padi Sawah dan Pemanfaatan Lahan Kurang Produktif. p. 401-405.
- Mala, Y. dan I. Anas. 1995. Pengomposan jerami padi dengan menggunakan *Trichoderma harzianum* Rifai Aggr. *Jurnal Tanah Tropika* 1(1):38-45.
- Manurung, T. dan M. Zulbardi. 1996. Jerami padi dengan perlakuan urea dan tetes. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner.* 2(1):33-37.
- Matsuguchi, T. 1979. Factors affecting heterotrophic nitrogen fixation in submerged rice soils. Pages 207-221. *In* International Rice Research Institute. Nitrogen and Rice. Los Banos, Philippines.
- Momuat, E.O., Subandi, dan Zubachtirodin. 1995. Publikasi wilayah kering. 4(1): 24-29.
- Noor, A., A. Jumberi, dan R.D. Ningsih. 1996. Peranan pupuk organik dalam meningkatkan hasil padi gogo di lahan kering. Prosiding Seminar Teknologi Sistem Usahatani Lahan Rawa dan Lahan Kering: Buku 2. p. 575-586.
- Ponnamperuma, F.N. 1972. The chemistry of submerged soils. *Adv. Agron.* 24:29-96.
- Ponnamperuma, F.N. 1984. Straw as a source of nutrients for wetland rice. *In: Organic matter and Rice.* IRRI, Los Banos, Philippines. p.117-136.
- Prastowo, K., Subowo; E. Santosa, H. Amir, dan T. Prihatini. 1995. Dekomposisi jerami padi dengan menggunakan EM4. Prosiding Pertemuan Pembahasan dan Komunikasi Hasil Penelitian Tanah dan Agroklimat, Buku 3: bidang kesuburan dan produktivitas tanah. p. 77-90.

- Prayudi, B. 1996. Keefektifan *Trichoderma* spp. Menekan perkembangan penyakit hawar pelepah daun padi dan rebah semai kedelai di lahan pasang surut. *Penelitian Pertanian*. 15(1): 22-25.
- Pusposendjojo, N. 1999. Patogenisitas *Rhizoctonia solani* setelah penyimpanan pada substrat berbeda. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*. 5(1):24-29.
- Qi-xiao wen. 1984. Utilizing of organic materials in rice production in China. p. 45-56. *Dalam: Organic matter and Rice*. IRRI, Los Banos, Philippines.
- Richana, N., P. Lestina, dan T.T. Irawadi. 2004. Karakterisasi lignoselulosa dari limbah tanaman pangan dan pemanfaatannya untuk pertumbuhan bakteri RXA III-5 penghasil xilanase. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 23 (3):171-176.
- Riwanodja dan Suhartina. 2000. Tanggap varietas kedelai terhadap residu kompos jerami padi lahan sawah jenis tanah Entisol dan Vertisol. *Seminar Nasional Pengembangan Teknologi Pertanian dalam Upaya Mendukung Ketahanan Pangan Nasional*, p. 157-162.
- Rozak, A., S. Mudiastuti, dan A.A. Idris. 1998. Pemanfaatan jerami padi sebagai bahan substitusi pada pembuatan panel dinding. *Buletin Keteknikan Pertanian* 12(1):46-55.
- Rumetor, S.D. 1995. Pengaruh lama dan tingkat pemberian tekanan uap dalam pengolahan jerami padi terhadap perubahan zat makanan, pencernaan, dan komponen asam lemak terbang (*in vitro*) dengan menggunakan cairan rumen sapi. *Pascasarjana*. 6(1):9-14.
- Russel, E.W. 1970. *Soil conditions and plant growth*. Longman Group Ltd.
- Setyanto, P., A.K. Makarim, A.M. Fagi, R. Wassmann, dan L.V. Buendia. 2000. Crop management affecting methane emissions from irrigated and rainfed rice in Central Java. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 58:85-93.
- Soejono, M. 1996. Perubahan struktur jaringan jerami padi akibat perlakuan amoniasi urea diamati dengan mikroskop elektron skening. *Buletin Peternakan* 20(2):134-144.
- Soepriaman, J. 1997. Pemanfaatan limbah pertanian untuk budi daya jamur merang. *Prosiding Simposium Penelitian Tanaman Pangan 3. Kinerja Penelitian Tanaman Pangan*, Buku 6. p.1916-1927.
- Stainforth, A.R. 1979. *Cereal straw*. Clarendon Press. Oxford.
- Steward, W.M., D.W. Dibb, A.E. Johnston, and T.J. Smyth. 2005. The contribution of fertilizers nutrients to food production. *Agron. J.* 97(1):1-6. ASA. Wisconsin. USA.

- Sudantha, I M. 1995. Penggunaan jamur *Trichoderma harzianum* dan kompos jerami padi untuk mengendalikan jamur *Sclerotium oryzae* pada padi gogo. Risalah Kongres Nasional 12 dan Seminar Ilmiah: Perhimpunan Fitopatologi Indonesia. p. 255-258.
- Suhartatik, E., J. Purwani, H. Taslim, dan S. Partohardjono. 1994. Tanggap padi sawah terhadap pemupukan nitrogen dan pemberian bahan organik. Risalah Hasil Penelitian Tanaman Pangan. No. 3. Puslitbang Tanaman Pangan, Bogor. p. 175-183.
- Suhartatik, E., R. Damanhuri, C. Suwangsih, dan S. Salma. 1999. Pengaruh pemberian *Trichoderma* spp. dan pemotongan jerami terhadap nisbah C dan N jerami padi. Penelitian Pertanian 18(2):13-18.
- Sumarna, A., Z. Abidin, dan H. Sutrapradja. 1996. Pengendalian drainase pada budi daya bawang putih di luar musim (pengaruh tinggi bedengan dan letak pemberian jerami padi terhadap tinggi muka air tanah dan pertumbuhan serta hasil bawang putih var. Lumbu Putih. Prosiding Seminar Ilmiah Nasional Komoditas Sayuran. p.120-125.
- Sumarno dan Suyamto. 1991. Pengaruh pupuk kalium dan jerami terhadap hasil padi dan kedelai pada tanah Vertisol. Penelitian Palawija. 6(1;2):29-35.
- Sumarno dan Suyamto. 1995. Agroekoteknologi untuk keberlanjutan usaha pertanian. Risalah Simposium Ketahanan Pangan Indonesia. Badan Litbang Pertanian. Jakarta.
- Sumarno. 2006. Pengelolaan jerami menuju usahatani padi nirlimbah atau *zero waste rice farming system*. Sinar Tani No. 3132: 11 Jan 2006.
- Supeno, B. dan I M. Sudantha. 1995. Pengaruh kompos jerami padi terhadap penyakit layu *Fusarium* pada tomat. Risalah Kongres Nasional 12 dan Seminar Ilmiah Perhimpunan Fitopatologi Indonesia, buku 2, p.712-715. Fakultas Pertanian. Universitas Mataram, Lombok.
- Suriawaria, U. 1969. Ragi kompos as activator. Compost Sci. 10(2):14-15.
- Susila, T.G.O. 1999. Pengaruh penggantian rumput gajah dengan jerami padi amoniasi urea sebagai pakan serat terhadap konsumsi nutrisi dan pencernaan bahan kering ransum pada sapi perah laktasi. Majalah Ilmiah Peternakan 2(2):68-73.
- Tanaka, A. 1973. Methods of handling the rice straw in various countries. Int. Rice Comm. Newsl. 22(2):1-20.
- Tangendjaja, B. 1991. Pemanfaatan limbah padi untuk industri. Padi, buku 3. p.943-961. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Bogor.

- Thalib, A. dan Y. Widiawati. 1995. Pengaruh phenylpropionic acid terhadap populasi bakteri dan degradasi mikrobial substrat jerami padi. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Peternakan*. p. 102-108.
- Thalib, A., D. Devi, Y. Widiawati, dan Z.A. Mas'ud. 1998. Efek kombinasi defanuator dengan faktor pertumbuhan mikroba terhadap kecernaan ruminal jerami padi. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner*. 3(3):171-175.
- Thalib, A., J. Bestari, Y. Widiawati, H. Hamid, dan D. Suherman. 1999. Pengaruh perlakuan silase jerami padi terhadap daya cerna dan ekosistem rumen. *Buku Panduan Seminar Nasional Peternakan dan Veteriner*. p. 42.
- Tirtoutomo, S., S. Abdurachman, A. Wihardjaka, dan G.J.D. Kirk. 2001. Dinamika kalium pada kondisi intensifikasi dan diversifikasi dalam usahatani berbasis padi. *Prosiding Seminar Nasional Budi Daya Tanaman Pangan Berwawasan Lingkungan*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. p.126-140.
- Tisdale, S.L., W.L. Nelson, J.D. Beaton, and J.L. Havlin. 1993. *Soil fertility and fertilizers*. Fifth Edition. MacMillan Publishing Company, New York.
- Tsutsuki, K. 1983. Volatile product and low molecular weight phenolic products of the anaerobic decomposition of organic matter. Pages 333-347. *In Organic matter and rice*. International Rice Research Institute. Los Banos, Philippines.
- Tuherkih, E., J. Wargiono, Zulhaida, dan N. Heryani. 1994. Pemanfaatan jerami padi dan pupuk NK terhadap produktivitas dan serapan hara ubi jalar. *Risalah Seminar Penerapan Teknologi Produksi dan Pascapanen Ubijalar Mendukung Agroindustri*. Edisi Khusus Balittan Malang. No. 3, p. 326-330.
- Uphoff, N. and A. Gani. 2003. Opportunities for rice self sufficiency with the SRI (system of rice intensification). p. 419-442. *Dalam: Faisal Kasryno et al. (Eds)*. *Ekonomi padi dan beras Indonesia*. Badan Litbang Pertanian. Jakarta.
- Utomo, R., M. Soejono, dan T. Sutarno. 1998. Penggunaan jerami padi amoniasi urea sebagai pakan basal ternak ruminansia. *Prosiding Seminar Ilmiah dan Lokakarya Teknologi Spesifik Lokasi dalam Pengembangan Pertanian dengan Orientasi Agribisnis*. p. 229-237.
- Wen, Q.X. and X.X. Lin. 1982. On the organic matter of paddy soils in Taihu Lake region.
- Wen, Qi-xiao. 1984. Utilizing of organic materials in rice production in China. *In: Organic matter and Rice*. IRRI, Los Banos, Philippines. p45-56.

- Widati, S., E. Santosa, dan P. Kabar. 1998. Pengaruh penggunaan mikroba dan jerami padi terhadap beberapa sifat kimia tanah, pertumbuhan dan hasil padi sawah. *Prosiding Pertemuan Pembahasan dan Komunikasi Hasil Penelitian Tanah dan Agroklimat*. p. 205-214.
- Widyastuti, Y. 1995. Kecernaan dinding sel jerami padi oleh *Ruminococcus flavefaciens* 17, *Fibrobacter succinogenes* B12 dan *Selenomonas ruminantium* JW13. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Peternakan*. p. 120-125.
- Yoshida, T. 1978. Microbial metabolism in rice soils. p. 445-463. *In* Solis and rice. International Rice Research Institute. Los Banos, Philippines.
- Yuliasuti, E. ES dan A. Susilo. Studi kandungan nutrisi limbah media tanam jamur tiram putih (*Pleurotus ostreatus*) untuk pakan ternak ruminansia.
- Zubaidah, Y. 2000. Pemakaian kompos jerami padi sebagai alternatif pada pemupukan padi sawah intensifikasi. *Stigma*. 8(2):99-102.

ISBN 978-979-1159-06-7