INOVASI TEKNOLOGI PASCAPANEN UNTUK MENGURANGI SUSUT HASIL DAN MEMPERTAHANKAN MUTU GABAH/BERAS DI TINGKAT PETANI

Sigit Nugraha

Instalasi Laboratorium Pascapanen
Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian
Jl. Surotokunto No. 56 Karawang-Jawabarat 41313
Email : sinug817@yahoo.com

ABSTRAK

Usaha untuk meningkatkan produksi telah berhasil dilakukan oleh pemerintah, namun belum diikuti dengan penanganan pascapanen dengan baik. Varietas padi yang ditanam pada saat ini adalah varietas unggul baru. Salah satu kelemahan dari varietas unggul adalah mudah rontok, sehingga menyebabkan kehilangan pada saat panen dan perontokan tinggi. Disadari bahwa penanganan pascapanen secara tidak tepat dapat menimbulkan susut atau kehilangan baik mutu maupun fisik. Teknologi penekanan susut hasil yang dipilih untuk diterapkan harus teknologi yang sesuai dengan spesifik lokasi. Teknologi tersebut tidak bertentangan dengan masyarakat pengguna, baik secara teknis, ekonomis maupun sosial budaya masyarakat setempat. Kegagalan dalam proses penanganan pascapanen disamping dapat berakibat penurunan mutu juga dapat menimbulkan terjadinya susut hasil yang besar. Oleh karena itu inovasi teknologi pascapanen mulai dari penentuan umur panen padi yang tepat, sistem dan cara panen dan alat panen, cara dan alat perontok yang digunakan, perawatan gabah hasil panen dan proses pengeringan gabah merupakan tindakan yang perlu diketahui dan dilaksanakan dengan benar untuk dapat mempertahankan kualitas gabah. Tulisan ini membahas tahapan penanganan pascapanen padi maupun inovasi teknologi yang mendukung setiap tahapan pascapanen, sehingga dapat mempertahankan kualitas gabah. Gabah yang berkualitas baik akan menghasilkan beras berkualitas yang mempunyai daya saing dan nilai jual tinggi.

Kata kunci: inovasi teknologi, pascapanen, gabah/beras

ABSTRACT. Sigit Nugraha. 2012. Technological innovation to reduce post-harvest losses of grain yield and maintain quality at the farm level. Increasing production had been successfully carried out by the government, but it had not followed by good postharvest handling. At present, rice varieties grown were new varieties. One of weakness of new varieties was easy to fall, many number of tillers, thus causing high loss during harvest and threshing. It was recognized that post-harvest handling incorrectly cause shrinkage or loss of quality and physically. Loss suppression technology selected to be applied should be appropriate to the specific of location technology. The technology was not contrary to public users, both technically, economically and socio-cultural communities. Failure in this process post-harvest handling as well as had consequences in reduction in quality and also raised postharvest loss. Therefore, post-harvest technology innovations ranging from determining exact age of rice harvest, system and method of harvest and harvest tools, methods and tools thresher. Treatment of grain crops and grain drying process was an action that needs to be known and implemented correctly in order to maintain grain quality. This paper discusses the stages of paddy post-harvest handling and innovative technologies that support every stage of post-harvest, so it could maintain grain quality. Good quality grain would produce good quality
rice that had competitiveness and high sales value.

Keywords: technological innovation, post-harvest, grain/rice

PENDAHULUAN

Beras adalah bahan pangan sumber karbohidrat penting dan merupakan bahan pangan pokok bagi sebagian besar rakyat Indonesia dengan tingkat kebutuhan beras penduduk yang cukup tinggi yang saat ini mencapai 113,48 kg per kapita per tahun [1]. Hal ini mengindikasikan makin beratnya tantangan pemerintah untuk mencapai swasembada beras. Kestabilan ketersediaan stok beras sangat besar pengaruhnya terhadap ketahanan nasional maupun ekonomi bangsa.

Usaha untuk meningkatkan produksi telah berhasil dilakukan oleh pemerintah, namun belum diikuti dengan penanganan pascapanen dengan baik. Produksi padi yang melimpah pada saat panen raya menimbulkan berbagai masalah, terutama dalam proses penanganan panen dan pascapanen. Hal ini menyebabkan kualitas gabah yang dihasilkan rendah. Varietas padi yang ditanam pada saat ini adalah varietas unggul baru. Salah satu kelemahan dari varietas unggul adalah mudah rontok sehingga menyebabkan kehilangan pada saat panen dan perontokan tinggi[2]. Disadari bahwa penanganan pascapanen secara tidak tepat dapat menimbulkan susut atau kehilangan baik mutu maupun fisik.

Berbagai faktor mempengaruhi tingkat kehilangan hasil panen antara lain varietas padi (beberapa varietas padi sangat mudah rontok), alat dan cara panen, perilaku petani/penderep, umur panen, alat perontok, lokasi dan musim. Hal ini kemungkinan disebabkan faktor-faktor: (1) teknologi belum sesuai baik secara teknis, ekonomis maupun sosial budaya lokal yang kondisinya beragam tiap wilayah, (2) tidak ada insentif harga produk seperti gabah atau beras yang mutunya lebih baik sehingga petani mengabaikan cara penanganan padi yang baik. Penanganan pascapanen yang disinergikan dengan program peningkatan produksi beras nasional (P2BN) ternyata dapat menurunkan angka susut pascapanen yang signifikan dari 20,51% [3] menjadi 10,82% [4].

KONDISI, MASALAH DAN ARAH PENANGANAN PASCA PANEN PADI

A. Kondisi

Pascapanen padi adalah tahapan kegiatan yang meliputi pemungutan (pemanenan) malai padi, perontokan, pengangkutan, pengeringan, penyimpanan dan penggilingan sampai beras siap dipasarkan atau dikonsumsi. Tujuan penanganan pascapanen adalah untuk mengurangi terjadinya susut hasil, menekan tingkat kerusakan meningkatkan daya simpan dan daya guna komoditas pertanian agar dapat menunjang usaha penyediaan bahan baku industri, meningkatkan nilai tambah, kesempatan kerja dan melestarikan sumber daya alam [5] .

Untuk mencapai tujuan tersebut semua tahapan maupun rangkaian proses harus dikerjakan dengan benar. Penurunan mutu dapat terjadi karena proses metabolisme di dalam biji tetap berlangsung, walaupun padi telah dipanen. Aktivitas nikroorganisme dapat terjadi bila kadar air gabah masih tinggi, sehingga dapat terjadi reaksi *browning enzymatis* yang dapat berakibat butir beras berwarna kuning, busuk, rusak maupun hitam. Kerusakan dapat terjadi apabila terjadi keterlambatan dalam proses perontokan padi. Keterlambatan perontokan padi sampai 3 hari dapat menyebabkan terjadinya susut hasil sebesar 3,12%, butir kuning/ rusak 2,84% dan biji tumbuh 2,22% [6]. Kondisi penanganan pascapanen saat ini adalah petani masih melakukan penanganan secara tradisional dengan teknologi yang sederhana, walaupun telah banyak inovasi teknologi yang dihasilkan. Kurangnya sosialisasi, uji coba dan penyuluhan menyebabkan tingkat adopsi teknologi yang rendah, teknologi masih dianggap barang baru dan belum sesuai dengan tingkat sosial dan budaya masyarakat [7, 8] .

Tahapan proses penanganan pascapanen padi yang dilakukan oleh petani dimulai dengan penentuan umur panen pada hamparan sawah. Penentuan umur panen dapat dilakukan secara visual dengan melihat kenampakan padi, melihat umur tanaman berdasarkan deskripsi masing-masing varietas yang dikeluarkan oleh Balai Besar Penelitian Padi maupun menggunakan tes kadar air gabah. Umur panen optimum sangat menentukan mutu maupun kehilangan hasil saat panen. Padi yang dipanen sebelum masak optimal akan menghasilkan kualitas gabah maupun beras yang kurang baik.

B. Masalah

Masalah utama dalam penanganan pascapanen padi adalah masih tingginya susut hasil yang terjadi dan rendahnya mutu gabah yang dihasilkan petani [9]. Umumnya padi yang dipanen sebelum mencapai masak optimum. Hal ini akan menghasilkan kualitas beras dengan persentase butir hijau dan butir mengapur yang tinggi [10]. Kandungan butir beras hijau dan mengapur ini banyak dipengauhi oleh

faktor keturunan (genetik). Varietas unggul baru yang mempunyai jumlah anakan produktif banyak menyebabkan umur panen yang tidak seragam [2]. Banyak juga kejadian sebaliknya, dimana petani melakukan pemanenan setelah tanaman padi lewat masak optimum. Hal ini akan memperbesar terjadinya susut panen, karena sebagian gabah sudah rontok sebelum dipanen [11].

Masalah berikutnya adalah keterbatasan peralatan pascapanen yang dimiliki oleh kelompok maupun pribadi petani, misalnya alat panen, alat perontokan maupun alat pengering. Keterbatasan peralatan tersebut dapat menyebabkan lamanya rantai proses penanganan pascapanen. Di lapangan masih dijumpai terjadinya ketelambatan panen, penundaan perontokan padi karena kurangnya mesin perontok, penundaan pengeringan karena terbatasnya sarana dan ketersediaan mesin pengering [12].

Model agroindustri padi yang merupakan inovasi teknologi Badan Litbang Pertanian yang memberikan banyak manfaat dan keuntungan kepada petani belum banyak dimanfaatkan [13,14]. Program SNI beras dan beras berlabel belum banyak dimanfaatkan karena belum ditunjang dengan regulasi yang mantap untuk menghasilkan beras bermutu[15]. Pengusaha penggilingan padi umumnya belum mengejar target mutu dan masih mengutamakan hasil utamanya yaitu beras giling saja dan belum mengarah pada pemanfaatan hasil samping dan limbah.

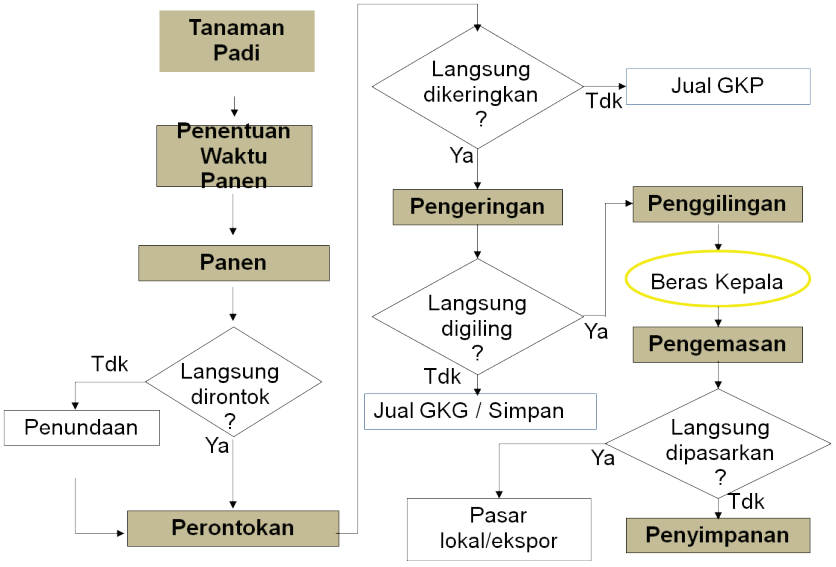
Tahapan kegiatan penanganan pascapanen dimulai dari penentuan umur panen sampai dengan penggilingan ditampilkan pada Gambar 1.

C. Arah Penanganan Pascapanen

Dalam upaya mewujutkan 10 juta ton swasembada beras pada tahun 2014, dan meningkatkan ketahanan pangan di Indonesia[16], selain usaha menekan terjadinya susut pascapanen juga perlu usaha mempertahankan kualitas gabah/beras. Kualitas beras yang tinggi akan meningkatkan daya saing maupun nilai tawar dari beras itu sendiri. Kondisi iklim Indonesia dimana suhu tinggi yang diikuti dengan kelembaban yang tinggi menjadi faktor pendorong terjadinya kerusakan beras[17]. Arah penanganan pascapanen padi harus memperhatikan titik kritis setiap kegiatan proses yang memberikan andil besar terhadap terjadinya susut hasil dan terjadinya penurunan kualitas gabah/beras.

PERAN TEKNOLOGI PENANGANAN DAN PENEKANAN SUSUT HASIL PASCAPANEN PADI

Kegiatan pascapanen meliputi kegiatan pemanenan, perontokan, pengangkutan, pengeringan, penggilingan, penyimpanan, dan pemasaran. Titik kritis kehilangan hasil terjadi pada tahapan pemanenan, penumpukan sementara hasil panenan padi dan perontokan padi untuk menghasilkan gabah. Keragaan kehilangan hasil yang dilaksanakan BB Pascapanen di tiga ekosistem menunjukkan bahwa telah terjadi penurunan susut hasil yang signifikan, yaitu dari 20,51% [3] menjadi susut pada ekosistem lahan irigasi sebesar 13,35%, susut hasil pada ekosistem lahan



Gambar 1. Alur proses penanganan pascapanen padi 8

Figure 1. The flow of the post-harvest handling on rice

tadah hujan sebesar 10,39% dan susut hasil pada ekosistem lahan pasang surut sebesar 15,26% [18]. Penekanan kehilangan hasil yang dapat di lakukan terutama pada proses pemanenan dengan panen secara berkelompok dan perontokan padi dilakukan dengan menggunakan mesin perontok.

Berbagai usaha telah dilakukan untuk menekan atau mengurangi tingkat kehilangan hasil tersebut. Perbaikan sistem penanganan pascapanen padi telah banyak dilakukan dengan tujuan antara lain (1) mengurangi atau menekan susut hasil, (2) mempertahankan kualitas gabah dan beras, (3) meningkatkan rendemen giling dan (4) meningkatkan nilai tambah dan harga jual beras. Inovasi teknologi penekanan susut hasil pascapanen padi yang telah dihasilkan dapat diuraikan sebagai berikut:

A. Pemanenan

Pemanenan merupakan tahapan akhir dari proses budidaya tanaman, dan tahap awal proses pascapanen. Tahapan pemanenan dimulai dengan penentuan umur panen yang tepat, dimana tanaman sudah mencapai umur optimum, kemudian penggunaan alat dan cara panen yang paling efektif untuk menghasilkan produk dengan kerusakan relatif kecil dan kapasitas yang besar.

Umur Panen

1. Umur panen dapat ditentukan berdasarkan pengamatan visual dengan cara melihat kenampakan padi pada hamparan sawah. Umur panen optimal padi dicapai setelah 90-95% butir gabah pada malai padi sudah berwarna kuning atau kuning keemasan [19]. Padi yang dipanen pada kondisi tersebut akan menghasilkan gabah yang berkualitas sangat baik, dengan kandungan butir hijau dan butir mengapur yang rendah serta rendemen giling tinggi.
2. Pengamatan Teoritis (deskripsi varietas dan pengukuran kadar air gabah). Penentuan umur panen padi dengan pengamatan teoritis dapat dilakukan dengan cara (1) menghitung berdasarkan hari setelah berbunga rata (hsb) antara 30 - 35 hari setelah berbunga, dan (2) penentuan umur panen berdasarkan kadar air gabah. Umur panen optimum dicapai setelah kadar air gabah mencapai 22-23% pada musim kemarau, dan antara 24-26% kadar air gabah pada musim penghujan [10,20] .

Gambar 2. Penentuan umur panen berdasarkan kenampakan malai padi

Figure 2. Age determination harvest based on the appearance of the panicle of rice

Alat, Cara dan Sistem Panen

Alat panen yang dipergunakan oleh petani telah berkembang mengikuti perkembanganya varietas padi baru yang telah dihasilkan. Dengan diintroduksikan varietas-varietas padi unggul baru yang berpostur pendek, mempunyai anakan banyak dangan potensi hasil tinggi memerlukan alat potong padi dengan kapasitas tinggi. Saat ini telah tersedia berbagai macam tipe alat potong padi mulai dari sabit, sabit bergerigi, *mower, striper, striper bender, harvester* maupun *combine harvester* (Gambar 3). Dari masing-masing alat memberikan tingkat susut hasil yang berbeda-beda. Kebiasaan petani dalam menggunakan peralatan panen juga berpengaruh terhadap besar kecilnya susut yang ditimbulkan [21]. Di lapangan dikenal ada 3 cara panen, yaitu cara panen potong bawah, cara panen potong tengah dan cara panen potong atas. Cara panen ini akan dipilih berdasarkan jenis atau cara perontokan yang digunakan [2] (Tabel 1).

Jika perontokan padi dengan cara digebot atau dengan alat perontok cara umpan pegang (*hold-in*) menggunakan pedal *thresher* atau *power thresher*, padi akan dipanen dengan cara potong bawah bersama jeraminya. Cara panen potong atas atau potong tengah ditempuh jika padi di rontok dengan alat perontok *power thresher* dengan cara umpan langsung atau umpan telan (*through-in*) [22]. Cara perontokan dengan sistem *through-in* memberikan harapan besar dalam usaha menekan terjadinya susut panen dan susut penumpukan sementara yang selama ini memberikan angka susut yang sangat besar. Pemanenan akan bisa dikembangkan dengan cara panen potong tengah atau potong atas, kemudian hasil panen langsung masuk ke dalam karung. Cara ini bisa menekan terjadinya susut pada saat penumpukan sementara yang bisa mencapai 2% dan susut pengangkutan sekitar 1%. [18].

Gambar 3. Macam-macam alat pemotong padi (a) alat pemotong padi ani-ani, (b) sabit, (c) *reaper*, (d) *striper*, dan (e) Combine

Figure 3. Rice types of a cutting instrument (a) Rice ani-ani a cutting tool, (b) sickle, (c) reaper, (d) stiper, and (e) combine

Tabel 1. Susut hasil dan susut kualitas dari berbagai cara dan alat panen

Table 1. Shrinkage weight and quality of the various ways and tools of harvest

Cara/alat panen (%)	Susut hasil/ *shrinkage weight*	Susut kualitas (mutu)		
		kotoran/ dirt	Butir rusak/ *damaged grain*	Butir patah/ *broken grains*
Manual (sabit-gebot)	9.4	0.5	0.7	5.4
Stripper IRRI dan thresher	2.4	0.7	0.2	1.2
Stripper lokal dan *thresher*	2.5	0.8	0.8	2.2
Reaper dan *thresher*	6.1	1.3	1.2	2.0

Sumber: Purwadaria [22]

Terjadinya potensi susut hasil terbesar yaitu pada saat pemotongan padi, penumpukan padi sementara dan pengumpulan hasil panen. Untuk mengatasi hal tersebut dilakukan panen dengan cara potong atas, kemudian hasil panen ditampung ke dalam karung plastik, dapat menampung gabah rontok antara 3-5% [18,9]. Dengan sifat genetik varietas yang berbeda tingkat ketahanan rontoknya maupun kondisi lahan dapat menyebabkan tingkat susut yang bervariasi, seperti ditampilkan pada Tabel 2.

Ada 3 sistem panen yang dikenal pada saat ini adalah sistem panen bebas atau keroyokan, individu/monopoli dan sistem panen beregu. Pada sistem bebas, jumlah tenaga pemanen pada satu luasan lahan tidak dibatasi. Pada sistem panen individu atau monopoli, untuk memanen satu luasan tertentu menjadi hak monopoli satu / dua keluarga pemanen saja. Sedangkan pada sistem panen beregu jumlah pemanen antara 5-7 orang yang dilengkapi satu unit pedal *thresher* atau 10-20 orang yang dilengkapi 1 unit *power thresher* [2]. Dengan inovasi teknolgi melalui rekayasa sosial dimana sistem panen secara individu atau keroyokan diubah menjadi sistem panen beregu, maka kerusakan mutu dan susut hasil yang disebabkan karena terjadinya keterlambatan perontokan dapat diatasi. Pemanenan dengan sistem kelompok yang berjumlah 20 orang menyebabkan kehilangan hasil hanya 4,39% (Tabel 3), lebih rendah bila dibandingkan dengan pemanenan sistem keroyokan, yang besarnya antara 15,2 – 16,2% [2,9].

Tabel 2. Persentase gabah yang rontok pada beberapa lokasi agroekosistem yang berbeda
Table 2. Percentage of grain loss in several different locations agroecosystem

Lokasi/kabupaten	Varietas/ *Varieties*	Kadar air panen (%)/ *harvest moisture content*	Gabah rontok (susut, %)/ *Grain losses*
Bandung	IR64	23.,8	5,99
Subang	IR64	22,0	6,08
Karawang	IR64	22,53	6,59
Bandung	Memberamo	21,45	5,55
Subang	Memberamo	21,19	7,56
Karawang	Memberamo	22,25	7,03
Bandung	Way Apo Buru	21,17	6,31
Subang	Way Apo Buru	22,6	6,61
Karawang	Way Apo Buru	23,35	5,94

Sumber: Setyono[9]

Tabel 3. Pengaruh jumlah anggota setiap regu panen terhadap kepasitas pemanenan dan susut hasil
Table 3. The influence of the number of team members harvest the harvest capacity and decrease weight

Jumlah anggota kelompok panen (Orang)	Kapasitas panen (jam/kelompok/ha)/ *Harvesting capacity*	Kapasitas panen (jam/org/ha)	Susut hasil (%)/ *Weight losses*
20	6,75a	135,0a	4,39a
30	4,42b	132,6a	6,58b
40	2,77c	110,8b	7,57b
50	2,14c	107,0c	9,90c

Sumber: Nugraha [2]

B. Perontokan

Perontokan adalah proses melepaskan butiran gabah dari malai padi yang dapat dilakukan melalui proses mekanis yaitu dengan proses menyisir atau membanting malai padi pada benda yang lebih keras ataupun alat perontok tertentu. Kecepatan merontok selain dipengaruhi oleh cara dan alat perontok juga dipengaruhi sifat tahan rontok dari varietas padinya [24]. Modifikasi beberapa model alat perontok dapat meningkatkan kapasitas dan mengurangi susut yang terjadi selama perontokan [23]. Pada beberapa kasus, tidak semua petani langsung melakukan perontokan padinya setelah melakukan pemotongan. Di beberapa daerah penundaan perontokan atau terjadinya keterlambatan perontokan selalu terjadi. Bbeberapa hal yang mungkin terjadi selama proses penundaan antara lain : (1) kehilangan hasil yang disebabkan oleh gabah yang rontok selama penumpukan (Gambar 4) atau dimakan binatang, dan (2) kerusakan gabah karena adanya reaksi enzimatis, sehingga gabah cepat tumbuh berkecambah, terjadinya butir kuning, berjamur atau rusak.

Kerusakan gabah setelah penundaan perontokan selama 3 hari pada musim kemarau mencapai 2,84 %. Sedangkan kerusakan gabah karena penundaan padi selama 1 malam pada 3 agroekosistem berturut-turut sebesar 1,25% pada ekosistem irigasi, 1,47% pada lahan tadah hujan dan 1,85% pada lahan pasang surut[18]. Lama penundaan perontokan juga berpengaruh terhadap susut hasil gabah, susut hasil beras dan penurunan rendemen giling. Tingginya persentase gabah rusak menyebabkan gabah tidak memenuhi standar kualitas yang ditentukan [25]. Gabah yang rusak karena tersengat serangga akan menimbulkan potensi terjadinya kerusakan karena infeksi jamur yang merugikan kesehatan bagi manusia. Untuk mendukung program keamanan pangan sebaiknya petani tidak melakukan penundaan perontokan padi di sawah lebih dari satu malam. Terjadinya beras busuk dan berjamur diduga dapat menstimulir mikroba patogen yang merugikan bagi pencernaan manusia.

Perbaikan teknologi penundaan perontokan dapat dilakukan dengan cara : (1) menggunakan alas plastik pada saat penundaan perontokan padi, dan (2) penundaan boleh dilakukan tetapi tidak boleh lebih dari satu malam dengan tinggi tumpukan padi tidak lebih dari 1 m. Dengan implementasi teknologi penundaan tersebut dapat menekan kehilangan hasil antara 1,35-3,12% dan menekan terjadi butir kuning dan rusak antara 1,77-2,22% [18].

Gambar 4.Penundaan perontokan padi di sawah
Figure 4. delay threshing rice in paddy fields

Perontokan padi dapat menggunakan mesin perontok. Ada beberapa tipe dan model mesin perontok yang telah dikembangkan, mulai dari mesin perontok manual pedal *"thresher"* dan mesin perontok padi mekanis *"power thresher"*. Kinerja alat perontok akan menentukan tingkat kehilangan hasil. Kecepatan putaran silinder perontok menentukan hasil perontokan, kehilangan hasil dan gabah yang tidak terontok karena masih menempel pada malai padi. Alat perontok pedal *"thresher"* berputar pada kecepatan 100-150 rpm, sedangkan *"power thresher"* disarankan pada 400-450 rpm [9].

Penyebab utama kehilangan hasil pada perontokan padi adalah : (1) perilaku petani yang bekerja kurang hati-hati, (2) cara penggebotan dan frekuensi pembalikan padi, (3) kecepatan silinder perontok dan (4) besarnya alas plastik yang digunakan pada saat merontok.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa makin besar kecepatan putaran silinder perontok, kapasitas perontokan makin besar, namun juga diikuti dengan susut hasil yang makin besar pula (Tabel 5). Untuk mesin perontok type TH-6 disarankan menggunakan perputaran silinder antara 450 – 500 rpm [23, 27].

Introduksi alat/mesin panen tipe sisir (*stipper*)[28], *"reaper"* dan *"combine harvester"* juga sudah dilakukan, *stipper* tipe *rotary* banyak berkembang di daerah Sulawesi Selatan [29]. Unjuk kerja alat tersebut antara lain, *"stipper"* dengan kapasitas pemanenan 17 jam/ha jauh lebih cepat dibandingkan dengan panen secara manual (252jam/orang/ha), sedangkan *"combine harvester"* kapasitas panen 5,05 jam/ha. Penggunaan *"stipper"* dapat menekan susut panen dan perontokan sebesar 2,51%, sedangkan penggunaan *"reaper"* susut hasil 6,1% [22]. Keberadaan sistem kelompok/regu panen berpengaruh terhadap jumlah gabah yang tidak terontok, jumlah gabah yang tercecer.

Tabel 4. Pengaruh lama penundaan perontokan terhadap susut hasil gabah, susut hasil beras dan rendemen giling
Table 4. The influence of time delay in threshing the grain yield losses, shrinkage and yield of milled rice yield

Lama penundaan (hari)/ *time delay (day)*	Susut hasil gabah (%)/ *grain yield losses*	Susut beras (%)/ *shrinkage of rice*	Rendemen giling (%)/ *The yield of milled*
0	0.00	0.00	63.92
2	0.29	0.15	63.77
4	0.55	3.42	60.50
6	1.14	6.73	57.14
8	1.88	7.67	56.25

Sumber: Astanto dan Ananto [26]

Tabel 5. Pengaruh kecepatan silinder mesin perontok TH6 terhadap kapasitas kerja dan kehilangan hasil
Table 5. Effect of speed of threshing cylinder engine TH6 the working capacity and yield loss

Perputaran silinder (rpm)/ *speed of cylinder*	Varietas Ciherang		Varietas Fatmawati		Galur SBeras Merah	
	Kapasitas kerja (kg/jam)/ *working capacity*	Susut hasil (%)/ *weight losses*	Kapasitas kerja (kg/jam)/ *working capacity*	Susut Hasil (%)/ *weight losses*	Kapasitas kerja (kg/jam)/ *working capacity*	Susut Hasil (%)/ *weight losses*
400	418.68	3.20	360.99	4.20	450.55	3.10
450	619.57	3.38	398.60	4.10	674.79	3.70
500	718.27	3.26	457.93	4.50	738.37	3.30
550	862.18	4.30	526.63	4.60	962.19	4.10
600	1020.59	4.35	631.93	4.60	1076.46	4.20

Sumber: Setyono [27]

Ketersediaan alat perontok yang memadai akan lebih mudah mengatasi terjadinya keterlambatan atau penundaan perontokan padi. Dampak yang lebih luas gabah yang dihasilkan mempunyai kualitas yang bagus sehingga dapat mendukung program penyediaan beras berkualitas, beras berlabel yang memenuhi standar SNI serta memberi nilai tambah kepada petani dengan harga jual yang tinggi [15].

C. Pengeringan

Pengeringan adalah proses mengeluarkan sebagian atau seluruh air yang terdapat dalam biji gabah. Untuk menghasilkan beras berkualitas baik, gabah hasil panen harus diturunkan kadar airnya secara cepat, dapat dengan cara penjemuran dengan sinar matahari langsung atau dengan alat pengering buatan. Menurut Wiset L.G.[30] bahwa metode pengeringan berpengaruh nyata terhadap persentase beras kepala yang dihasilkan. Proses pengeringan di pedesaan umumnya masih menggunakan cara penjemuran dengan menggunakan alas plastik, tikar atau anyaman bambu [31]. Gabah yang terlambat dikeringkan akan berakibat tidak baik terhadap kualitas berasnya. Hal ini disebabkan gabah hasil panen dengan kadar air tinggi dan kondisi lembab mengalami respirasi dengan cepat. Akibatnya butir gabah busuk, berjamur, berkecambah maupun mengalami reaksi *"browning enzimatis"* sehingga beras berwarna kuning/kuning kecoklatan. Kehilangan hasil pada tahapan penjemuran umumnya disebabkan oleh (1) fasilitas penjemuran seperti lantai jemur maupun alas lainnya yang kurang baik, sehingga banyak gabah yang tercecer dan terbuang saat proses penjemuran dan (2) adanya gangguan hewan seperti ayam, burung dan kambing.

Ada 2 cara pengeringan yang lazim digunakan oleh petani yaitu : (1) pengeringan dengan cara penjemuran langsung menggunakan sinar matahari, dan (2) pengeringan dengan menggunakan alat pengering buatan (*artificial dryer*). Pengeringan dengan sinar matahari (penjemuran) harus memperhatikan itensitas sinar, suhu pengeringan yang selalu berubah, ketebalan penjemuran dan frekuensi pembalikan. Penjemuran yang dilakukan tanpa memperhatikan hal-hal tersebut diatas dapat menyebabkan penurunan kualitas beras, misalnya beras akan menjadi pecah waktu proses penggilingan.

Menurut Nugraha dan Adiandri [32], pengeringan gabah dengan menggunakan *instore drying* memberikan hasil yang cukup baik dengan tingkat keretakan gabah berkisar 1,25 – 1,50% pada varietas ciherang dan berkisar 2,75 – 4,75% pada varietas pandan wangi. Pengeringan dengan alat pengering buatan akan menghasilkan gabah berkualitas lebih baik, hal ini disebabkan suhu pengering, aliran udara panas dan laju penurunan kadar air dapat dikendalikan. Teknologi pengeringan gabah dengan bahan bakar sekam merupakan teknologi unggulan yang mudah untuk diimplementasikan karena biaya pengeringan yang murah, efisien dengan kualitas yang baik. Sutrisno *et al*, [33] melaporkan bahwa hasil pengujian di Delta Saleh dan Delta Telang Kabupaten Musi Banyuasin penggunaan mesin pengering dapat memersingkat waktu pengeringan menjadi sekitar 8-9 jam sampai kadar air gabah 14%, meningkatkan mutu gabah/ beras serta rendemen giling (Tabel 6).

Tabel 6. Perbandingan mutu dan rendemen beras giling dari gabah hasil penjemuran dan dryer di daerah pasang surut Sumatera Selatan

Table 6. Comparison of the quality and yield of milled rice yield of paddy drying and dryer in the tidal area of South Sumatra

Komponen mutu dan rendemen/ *quality and yield components*	Pengeringan dengan penjemuran (%)/ *Drying with a drying*	Pengeringan dengan dryer bahan bakar sekam (%)/ *Drying with dryer husk fuel*	Standar mutu Bulog (%)/ *Quality standard of Bulog*
Butir utuh/ *Whole grains*	34.83	64.75	Min. 35
Butir patah/ *Broken grains*	43.58	24.65	Maks 25
Butir menir/ *Groat grains*	5.87	2.75	Maks 2
Butir hijau/mengapur/ *Green grain*	8.29	5.01	Maks 3
Butir kuning/rusak/ *Yellow grain*	7.2	0.29	Maks 3
Benda asing/ *Dirt*	0.19	0.00	Maks 0.05
Rendemen giling/ *Yield of milled*	59.60	62.09	-

Sumber: Sutrisno et al,[33]

D.Penyimpanan

Petani umumnya menyimpan gabah dengan dua cara (1) sistem curah, yaitu gabah yang sudah kering dicurahkan pada satu tempat yang dianggap aman dari gangguan hama maupun cuaca, dan (2) cara penyimpanan dengan menggunakan kemasan/ wadah seperti, karung plastik, karung goni, pengki tenggok dan lain-lain. Kehilangan hasil saat penyimpanan disebabkan oleh kondisi kemasan, tempat penyimpanan, gangguan hama dan penyakit gudang dan keadaan cuaca setempat. Kadar air gabah akan mengikuti kondisi keseimbangan udara luar. Untuk keperluan penyimpanan yang aman agar diperoleh mutu beras yang tinggi, maka diperlukan kadar air berkisar dari 12-14% [34].

Pada wadah yang kedap udara umumnya kadar air penyimpanan tidak akan banyak mengalami perubahan, sedangkan pada kondisi wadah yang tidak kedap udara, kadar air gabah akan mengikuti perubahan sesuai dengan kelembaban udara sekitarnya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa susut yang terjadi pada tahapan penyimpanan gabah pada karung plastik kapasitas 50 kg per karung dengan kadar air awal simpan 14% pada agroekosistem padi lahan irigasi sebesar 1,37%, pada agroekosistem padi lahan tadah hujan sebesar 1,28% dan pada agroekosistem padi lahan pasang surut sebesar 2,24% [18]. Lama penyimpanan akan berpengaruh terhadap kualitas gabah yang dihasilkan. Pada kondisi kadar air tinggi yang akan diikuti dengan kelembaban yang tinggi, kerusakan gabah selama penyimpanan akan makin cepat.

Teknologi penyimpanan gabah menggunakan teknologi *hermatically sealed storage* (super bag), merupakan teknologi introduksi dari *International Rice Research Institute* (IRRI) telah diaplikasikan di Indonesia bekerjasama dengan Balai Besar Pascapanen dan Balai Besar Padi. Sistem penyimpanan *hermatic* adalah menempatkan gabah pada ruang kedap udara, sehingga mikroorganisme maupun jamur yang merusak gabah tidak bisa tumbuh dan berkembang, sampai dengan 5 bulan penyimpanan. Gabah yang disimpan dengan super bag menghasilkan rendemen giling 69,25% dengan kandungan beras kepala 80,62% serta daya tumbuh dari biji gabah masih 88,75% (Tabel 7) [17]. Lubis *et al*, [35] juga melaporkan bahwa teknologi penyimpanan gabah dengan sistem *hermatic* dapat menghambat kenaikan kadar air selama penyimpanan, meningkatkan beras kepala (71,41%) dan menurunkan beras pecah (25,45%), sedang kerusakan beras yang terjadi hanya 1,36%.

E. Penggilingan

Proses pengilingan adalah proses pengupasan gabah untuk menghasilkan beras yaitu dengan cara memisahkan lapisan lemma dan palea serta mengeluarkan biji beras. Rendemen giling sangat tergantung bahan baku, varietas, derajat masak, cara perawatan gabah dan konfigurasi penggilingan [36]. Menurut Thahir [37], dengan kandungan sekam antara 21-25% dan lapisan aleuron 6-7% pada butiran gabah, maka rendemen beras pecah kulit (BPK) ideal berkisar antara 75-79% dan rendemen giling 68-73%. Pada proses ini ada dua tipe alat penggilingan padi yang digunakan oleh petani yaitu : tipe penggilingan padi 1 phase (*single pass*) dan tipe penggilingan padi 2 phase (*double pass*). Penggilingan 1 phase yaitu proses pemecah kulit dan penyosoh menyatu, sehingga proses kerjanya, gabah masuk pada hoper pemasukan dan keluar sudah menjadi beras putih. Sedangkan pada penggilingan 2 phase, dipisahkan antara proses pemecah kulit dan proses penyosohan, sehingga merupakan dua tahap proses kegiatan. Dari dua cara penggilingan ini akan menghasilkan beras dengan kualitas yang berbeda (Tabel 8).

Rendemen giling yang dihasilkan oleh penggilingan padi kecil dengan konfigurasi H-P (husker-polisher) rata-rata hanya mencapai

Tabel 7. Rendemen giling, mutu beras dan daya tumbuh Varietas Ciherang sebelum penyimpanan dan setelah 5 bulan penyimpanan

Table 7. Milling yield, quality and ability to grow rice Ciherang before storage and after 5 months of storage

Bahan pengemas/ *Packaging materials*	Rendemen giling, (%)/ *yield of milled*		Beras kepala, (%)/ *head rice*		Daya tumbuh, (%)/ *growth of ability*	
	0 bulan	5 bulan	0 bulan	5 bulan	0 bulan	5 bulan
Super bag/ *Super bag*	72.00	69.25	87.10	80.62	98.50	88.75
Kantong UPBS/ *UPBS bag*	72.00	68.24	87.10	77.53	98.50	86.50
Karung petani/ *sack farmers*	72.00	67.29	87.10	76.64	98.50	83.50

Sumber: Sutrisno *et al*, [17]

55,71% dengan kandungan beras kepala 74,25% [38]. Ukuran butir gabah juga berpengaruh terhadap rendemen giling. Gabah dengan ukuran panjang akan menghasilkan rendemen giling dan butir beras kepala yang lebih tinggi dibandingkan dengan gabah yang berukuran lebih pendek [39]. Nugraha dan Adiandri [32], melaporkan bawa konfigurasi penggilingan dan varietas berpengaruh nyata terhadap rendemen giling yang dihasilkan (Tabel 9).

Susut yang terjadi pada tahapan penggilingan umumnya disebabkan oleh penyetelan *blower* penghisap, penghembus sekam dan bekatul. Penyetelan yang tidak tepat dapat menyebabkan banyak gabah yang terlempar ikut kedalam sekam atau beras yang terbawa kedalam dedak. Hal ini menyebabkan rendemen giling rendah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa susut hasil pada tahapan penggilingan di agroekosistem padi lahan irigasi sebesar 2,16%, pada agroekosistem padi lahan tadah hujan sebesar 2,35% dan pada agroekosistem padi lahan pasang surut sebesar 2,60% [18].

Kualitas beras akan ditentukan dalam proses penyosohan (*polish*). Proses yang baik akan menghasilkan beras dengan penampakan yang cerah dan mengkilat, derajat sosoh yang tinggi. Proses penyosohan yang tidak baik akan menghasilkan beras kusam, miling meter yang rendah dan persentase beras pecah dan menir yang tinggi. Konfigurasi penggilingan akan berpengaruh terhadap kualitas beras yang ditentukan dengan besaran derajat sosoh, persentase beras pecah maupun butir menir yang terjadi (Tabel 10).

Tabel 8. Perbandingan mutu beras giling yang dihasilkan beberapa tipe penggilingan
Table 8. Comparison of the quality of milled rice produced several types of milling

Komponen Mutu/ *quality and yield components*	*Single pass*		*Double pass*		Standar Bulog beras (%)
	Jemur (%)	*Dryer* (%)	Jemur (%)	*Dryer* (%)	
Butir utuh/ *whole grains*	35.8	59.86	38.88	65.48	Max 35
Butir patah/ *broke grains*	52.34	33.50	49.93	28.48	Max 35
Butir menir/ *groat grains*	5.06	2.18	4.10	1.19	Max 2
Butir hijau/ *Green grains*	6.45	4.30	6.87	4.54	Max 3
Butir kuning/rusak/ *Yellow grains*	0.28	0.80	0.17	0	Max 3
Benda asing/ *Dirt*	0	0	0.04	0	Max 0.05
Rendemen/ *Yield of milled*	66.67	67	63.92	65	

Sumber: Sutrisno *et al*, [33]

Tabel 9. Pengaruh konfigurasi dan varietas padi terhadap rendemen giling
Table 9. influence of configuration and milled rice varieties for yield

Varietas	Susunan (konfigurasi) penggilingan padi/ *Configuration of paddy mill*		
	2 H-2P	H-S-P	H-2S-2P
Ciherang	62.15b	69.96a	62.73b
Hibrida SI8	59.91a	62.04a	60.39a
Cibogo	67.67c	67.77b	67.97c

Sumber: Nugraha dan Adiandri, [32]

Tabel 10. Pengaruh susunan mesin penggilingan terhadap derajat sosoh, persentase beras kepala, beras pecah dan menir pada varietas Ciherang, Hibrida SL8 dan Cibogo

Table 10. Effect of composition on the degree of milling machine polished, the percentage of head rice, broken rice and groats on Ciherang, SL8 hybrid and Cibogo

Perlakuan/ Varietas	Komponen mutu beras, (%)				
	Kadar air	Derajat sosoh	Beras kepala	Beras pecah	Menir
Ciherang					
2H-2P	14.76a	77.00b	77.75b	22.04b	0.21a
H-S-P	14.96a	72.50b	79.90c	19.76a	0.28a
H-2S-2P	14.06	73.50b	70.50a	29.39c	0.45a
Hibrida SL8					
2H-2P	14.00a	96.00b	70.61a	29.05b	0.34a
H-S-P	14.90a	93.50a	72.08b	27.63a	0.29a
H-2S-2P	14.62a	93.80a	70.02a	29.74b	0.34a
Cibogo					
2H-2P	13.48a	80.00b	71.43a	28.09c	0.46a
H-S-P	13.36a	73.00a	76.07c	22.98a	0.95a
H-2S-2P	13.28a	71.50a	74.97b	25.50b	0.53a

Sumber: Nugraha dan Adiandri, [32]

F. Susut Mutu Beras

Dalam sistem tataniaga dan perdagangan beras, mutu fisik beras sangat menentukan harga. Penurunan mutu fisik dapat menyebabkan susut bobot maupun susut atau kehilangan nutrisi beras. Kedua hasil tersebut dapat menyebabkan jatuhnya harga jual gabah maupun beras. Selain susut bobot, perlakuan penanganan pascapanen yang salah dapat menyebabkan susut mutu kimiawi, misalnya kadar amilosa berkurang, sehingga rasa nasi menjadi pera dan tidak pulen lagi. Susut tersebut dapat terjadi karena (1) terjadi penundaan atau keterlambatan perontokan, (2) penumpukan padi di sawah yang terlalu lama, (3) terjadinya keterlambatan dalam proses penjemuran/ pengeringan dan (4) kerusakan yang terjadi karena kondisi penyimpanan yang terlalu lama dan kondisi lingkungan yang tidak memenuhi syarat.

Kerusakan mutu fisik gabah dapat berupa meningkatnya persentase gabah retak yang berpengaruh terhadap rendemen giling, terjadinya penurunan densitas dan bobot 1000 butir, terjadi kerusakan gabah seperti gabah tumbuh, gabah busuk, gabah berkecambah, gabah berjamur dan berwarna kuning. Hasil penelitian menunjukan terjadinya susut mutu fisik antara 0,49-150%, yang terjadi pada saat penundaan perontokan sebesar 0.27-0.77% dan terjadi pada saat penyimpanan gabah diikuti petani sebesar 0.22-0.73%.

Susut Nutrisi

Susut nutrisi dapat terjadi karena berkurangnya unsur-unsur kimia penting pada beras karena kesalahan dalam penanganan segar maupun penanganan selama penyimpanan. Penurunan nutrisi juga dapat terjadi karena reaksi oksidasi yang dapat menyebabkan meningkatnya kandungan asam lemak bebas, sehingga beras menjadi tengik dan bahkan mengandung unsur racun (toxin) yang berbahaya bila dikonsumsi manusia.

Terjadinya penurunan kadar air gabah selama penyimpanan 1.53-2.61%, penurunan kadar air terjadi karena adanya kadar air keseimbangan antara suhu dan kelembaban masing-masing lokasi penyimpanan. Dengan terjadinya perubahan kadar air, maka akan terjadi pula perubahan keseimbangan unsur-unsur mikro yang terdapat dalam beras. Selain itu terjadi perubahan kenaikan kadar abu antara 0.12-0.7%, kadar serat antara 0.87-1.41%, dan kadar karbohidrat antara 1.42-2.33%. Penyimpanan gabah selama 5 bulan belum menunjukan adanya perubahan yang nyata terhadap kandungan asam lemak bebas, sehingga belum menimbulkan bau tengik pada beras. Hal ini diduga karena pada penyimpanan gabah lapisan aluron atau lapisan bekatul yang banyak mengandung asam lemak masih tertutup kulit sekam (karyopsis), sehingga terjadi oksidasi asam lemak bebas dapat dihindari, beda kalau penyimpanan tersebut dilakukan pada beras pecah kulit [35].

STRATEGI DALAM PENERAPAM DAN INOVASI TEKNOLOGI PENEKANAN SUSUT PASCAPANEN PADI

Hal yang perlu diperhatikan dalam penerapan teknologi penekanan susut hasil pascapanen padi adalah bahwa secara ekonomis penerapan teknologi tersebut memberikan keuntungan dan manfaat bagi pihak-pihak yang terkait, seperti petani, buruh tani, kelompok tani maupun pengusaha jasa alsintan. Adapun langkah-langkah yang harus ditempuh sebagai berikut.

1. **Peningkatan Kemampuan dan Ketrampilan Petani**
   Upaya perbaikan penanganan pascapanen sebaiknya dimulai dengan peningkatan kemampuan dan ketrampilan petani dalam hal pascapanen padi dengan pengenalan tahapan pascapanen dan titik kritisnya yang dapat menimbulkan potensi terjadinya susut serta cara mengatasinya.

2. **Teknologi Spesifik Lokasi**
   Teknologi penekanan susut hasil yang dipilih untuk diterapkan harus teknologi yang sesuai dengan spesifik lokasi. Teknologi tersebut tidak bertentangan dengan masyarakat pengguna, baik secara teknis, ekonomis maupun sosial budaya. Pada daerah dengan pemilikan lahan sempit, penerapan teknologi panen dengan pengembangan sistem panen beregu dengan anggota 5 – 7 orang yang dilengkapi dengan 1 unit pedal *thresher*. Sedangkan ditempat lain dapat dikembangkan sistem panen beregu dengan anggota 15 – 20 orang yang dilengkapi 1 unit *power thresher*.

3. **Pembentukan dan Pemberdayaan Kelompok**
   Upaya perbaikan penanganan dan penekanan susut hasil panen dengan penerapan teknologi pascapanen yang baru, sebaiknya dilakukan secara berkelompok yang bersifat komersial dan mandiri, baik oleh kelompok tani, regu panen, dan pengusaha jasa alsintan dengan cara membentuk kelembagaan jasa pemanen, jasa perontok, jasa penjemuran, dan jasa penggilingan, sehingga nilai tambah yang diperoleh dapat dirasakan oleh seluruh anggota kelompok.

4. **Manajemen Lapangan**
   Penyusunan rencana operasional jasa pemanenan, jasa perontokan, jasa pengeringan dan jasa penggilingan dapat dihitung berdasarkan permintaan petani yang sesuai dengan RDK (Rencana Difinitif Kelompok), luas areal dalam satu kelompok sesuai dengan jumlah dan kapasitas alsintan pada satu daerah. Alokasi pekerjaan tersebut nantinya dapat diintegrasikan dalam penyusunan rencana kelompok.

5. **Pelatihan dan Pembinaan SDM**
   Untuk menunjang keberhasilan dalam penerapan inovasi teknologi penekanan susut hasil, sebaiknya disiapkan terlebih dahulu sumber daya manusia (SDM) yang terampil untuk menjalankan segala kegiatan. Peningkatan kemampuan dapat dilakukan melalui pelatihan dan pembinaan baik dalam penggunaan atau pengoperasian alat sampai dengan teknik perbengkelannya.

6. **Pembinaan Kelembagaan**
   Penerapan inovasi teknologi penekanan susut hasil perlu didukung kelembagaan yang kuat, misalnya kelembagaan keuangan desa, kelembagaan penyuluhan, kelembagaan teknis, penyebaran informasi, yang diperkuat dengan kebijakan dan aturan yang dikeluarkan dari instansi terkait dalam pelaksanaannya.

PENUTUP

Penurunan angka susut pascapanen padi akan mendorong tercapainya produksi 70,2 juta ton gabah dan program swasembada beras 10 juta ton. Inovasi teknologi pascapanen dapat dilakukan mulai dari yang paling sederhana yaitu panen yang dilakukan dengan sabit atau sabit bergerigi dengan perontokan menggunakan pedal *thresher*, sampai dengan teknologi yang paling maju, yaitu panen dan perontokan dilakukan dengan *combine harvester*. Inovasi sederhana yang perlu mendapat perhatian dan mudah diterapkan yaitu panen dengan sistem berkelompok dengan anggota 10-15 orang, dengan cara panen potong atas, hasil panen langsung dimasukan ke dalam karung plastik dan perontokan menggunakan *power thresher* dengan alas terpal berukuran 8m x 8m dapat menekan terjadinya susut antara 3-5% hasil yang setara dengan 20-75 kg gabah per hektar atau Rp. 90.000 – 337.500,- per hektar.

Perbaikan mutu gabah dengan menekan kandungan hampa kotoran, butir hijau dan mengapur serta butir kuning dan rusak dapat meningkatkan harga jual antara Rp 50-100/kg per kg gabah kering panen bersih atau setara Rp. 250.000-500.000

per hektar. Usaha mengurangi susut hasil selama penanganan pascapanen padi dapat dilaksanakan apabila sinergi diantara stakeholder dapat tercapai dengan baik, mulai dari petani, penyedia peralatan, regulasi peraturan pemerintah pusat maupun daerah serta dukungan modal ataupun bantuan dalam rangka pengadaan peralatan. Mutu gabah dan beras yang baik akan memberikan nilai tawar yang tinggi dan akan berdampak terhadap nilai tambah yang diperoleh petani. Mendukung tercapai program beras berlabel dan beras ber- SNI.

DAFTAR PUSTAKA

1. Badan Pusat Statistik. Rata-rata konsumsi beras per kapita per tahun 2011. BPS.go.id. diakses tanggal 13 November 2012.
2. Nugraha S, Setyono A, Thahir R. Studi optimasi sistem pemanenan padi untuk mengurangi Kehilangan hasil. Laporan Hasil Penelitian. Sukamandi; Balai Penelitian Sukamandi. 1994.
3. Biro Pusat Statistik. Survei susut pascapanen MT 1994/95 dan MT 1995. Kerjasama BPS, Ditjen Tanaman Pangan, Badan Pengendali Bimas, Bappenas, IPB dan Badan Litbang Pertanian 1996.
4. Badan Pusat Statistik. Laporan Survei Susut Panen dan Pascapanen gabah/beras Tahun 2005, 2006 dan 2007. Kerjasama BPS, Pusdatin, Ditjen Tanaman Pangan dan Badan Litbang Pertanian 2008.
5. Grolleaud M. Postharvest Losses:Descovering the Full Story Overviewof The Phenomenon of Losses During The Post Harvest System. Rome; FAO. 2001.
6. Nugraha S, Sudaryono, Rachmat R, Lubis S. Pengaruh keterlambatan perontokan padi terhadap kehilangan dan mutu hasil. Seminar Ilmu Pertanian Wilayah Barat. Universitas Sriwijaya. Palembang, 20-21 Oktober 1999.
7. Setyono A, Nugraha S, Thahir R. Perbaikan system pemanenan padi untuk meningkatkan mutu dan mengurangi kehilangan hasil. Media Penelitian Sukamandi. 1993; 13: 1-4.
8. Setyono A, Nugraha S, Thahir R, Hasanuddin A. Seminar Apresiasi Hasil Penelitian Tanaman Padi. Sukamandi; 1995.
9. Setyono A, Nugraha S, Sutrisno. Prinsip Penanganan Pascapanen. Buku Padi, Inovasi Teknologi dan Ketahanan Pangan. Bogor; 2009.
10. Damardjati DS, Suseno H, Wijandi S. Penentuan umur panen optimum padi sawah (*Oryza sativa* L.). Penelitian Pertanian. 1981; 1:19:26.
11. Nugraha S, Setyono A, Sutrisno. Perbaikan penanganan pascapanen padi melalui penerapan teknologi perontokan. Simposium penelitian tanaman pangan IV. Bogor, 22-24 November 1999.
12. Ananto EE, Sutrisno, Astanto, Soentoro. Pengembangan alat dan mesin pertanian menunjang sistem usaha tania dan perbaikan pascapanen di lahan pasang surut Sumatera Selatan. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Departemen Pertanian. Jakarta; 2002.
13. Sudaryono, Thahir R, Lubis S, Suismono R, Nugraha S, Nurjanah R. Laporan Hasil Penelitian Pengembangan Model Sistem Agroindustri Padi Terpadu. Balai Penelitian Pascapanen. Bogor; 2003. 72 hal.
14. Setyono A. Konsep model agroindustri padi terpadu. Prosiding Seminar Nasional PATPI. Yogyakarta, 22-23 Juli 2003.
15. Suismono, Darniadi S. Prospek Standar Nasional Indonesia (SNI) dan pelabelan beras. Majalah Pangan Bulog. 2010; 19(1): 30-39. ISSN: 0852-0607.
16. Rencana Strategis Kementerian Pertanian Tahun 2010-2014. Kementerian Pertanian. Jakarta; 2010.
17. Sutrisno. Pengujian kantong semar (*hermatically saled storage*) untuk rendemen, mutu beras dan daya simpan benih. Laporan akhir Balai Besar Padi. Sukamandi; 2007.
18. Nugraha S, Thahir R, Sudaryono. Keragaan Kehilangan Hasil Pascapanen padi pada 3 (tiga) Agroekosistem. Buletin Teknologi Pascapanen Pertanian. 2007; 3(1).
19. Rumati S. Cara panen dan perontokan padi VUTW untuk menentukan jumlah kehilangan hasil. Laporan Kemajuan Penelitian Seri Teknologi Lepas Panen No.13. Sub Balitan Karawang 1982.
20. Damardjati DS. Pengaruh tingkat kematangan padi (*Oryza sativa* L.) terhadap sifat dan mutu beras. [Thesis]. Bogor: Institut Pertanian Bogor; 1984.
21. Lubis S, Soeharmadi, Nugraha S, Setyono A. Sistem pemanenan padi untuk meningkatkan mutu dan mengurangi kehilangan hasil. Media Penelitian. Sukamandi 1990; 13 : 1-4.
22. Purwadaria HK. Development of Stipping and Threshing type Harvester. Postharvest Technologi for Rice in The Humid Tropic Indonesia. Technical Report Sumitted to GTZ-IRRI Project.Philiphines, IRRI. 1994; 38p.

23. Rachmat R, Setyono A, Nugraha S. Evaluasi sistem pemanenan beregu menggunakan beberpa mesin perontok. Agrimek. 1993; 4-5 (1).
24. Diskripsi Varietas Padi (ed) Suprihatno, et al., Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. Jakarta: Badan Litbang Pertanin. Kementerian Pertanian. 2011.
25. BSN. Sistem Manajemen Mutu – Persyaratan SNI 19-9001-2001. Jakarta; Badan Standarisasi Nasional: 2000.
26. Astanto, Ananto EE. Optimasi sistem penanganan panen padi di lahan pasang surut Sumatera Selatan. Buletin Enjiniring Pertanian 1999; VI (1/2): 1-11.
27. Setyono A, Jumali. Uji coba kelompok jasa pemanen dan perontok. Laporan Akhir Tahun 2000. Balai Penelitian Tanaman Padi. Sukamandi; 2000.
28. Douthwaite B, Quick GR, Tado CJM. The stripper gatherer system for small-area rice harvesting. J. Agric. Eng. 1993; 2(4):183-194.
29. Mejia DJ. An Overviewor of Rice Post-Harvest Technology. Use of Small Metallic Silos for Minimizing Losses. Procceding of the 20th Session of The International Rice Commission , Bangko: FAO Corporate Documen Repository 2008.
30. Wiset LG, Srzednicki, Driscoll R, Nimmuntavin C, Siwapornrak. Effect of Hight Temperature Drying on Rice Quality. Agricultural Engineering International: The CIGR Journal of Scientific Research and Development 2001; III.
31. Ismail M, Tjahyono E. Prospek pengering gabah tipe portable batch dryer skala industry pedesaan [Internet] 2001 [Diunduh 25 Maret 2011]. Majalah Ilmiah. Pengkajian Industri;15. Tersedia di:http://www.iptek.net.id.
32. Nugraha S, Adiandri RS. Evaluasi mutu fisik gabah dan beras selama pengeringan dalam instore drying dengan perbedaan ketebalan tumpukan gabah. Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian Padi Nasional 2010. Sukamandi: Balai Besar Penelitian Padi; 2011.
33. Sutrisno, Astanto, Ananto EE. Pengaruh cara pengeringan gabah terhadap rendemen dan mutu beras di lahan pasang surut. Laporan Hasil Penelitian P2SLPS2. Badan Litbang Pertanian. Jakarta; 1999.
34. Indiaagronet. Paddy drying [Internet] 2005 [Diunduh 5 Agustus 2012]. Tersedia di : http// www.indiagronet.com.
35. Lubis S, Sudaryono, Nugraha S, Rachmat R. Efek teknologi penyimpanan hermatik terhadap mutu gabah. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Inovatif Pascapanen untuk Pengembangan Industri Berbasis Pertanian. Bogor; 2004.
36. Rokhani H. Gerakan nasional penekanan susut pascapanen suatu upaya menanggulangi krisis pangan. Agrimedia. 2007; (12) 21-30.
37. Thahir R. Tinjauan penelitian peningkatan kualitas beras melalui perbaikan teknologi penyosohan. Serpong: Balai Besar Pengembangan Alsintan; 2002.
38. Hadiutomo K. Kumpulan beberapa kajian tentang kehilangan hasil pada berbagai tahapan kegiatan pascapanen padi [Internet] 2006 [Diunduh 27 Januari 2011]. tersedia di : http:// agribisnis.deptan.go.id.
39. Kunze OR, Calderwood DL. Rough rice drying moisture adsorption and desorption. In Campagne, E.T ed. Rice: Chemistry and Technology. Third Edition. American Association of Cereal Chemisstc, In. USA. 2004; 223-226.