

Adaptasi varietas padi pada tanah terkena tsunami

Hasil Sembiring and Anischan Gani

Balai Besar Penelitian Tanaman Padi

Pesan Kunci

- Masalah salinitas meningkat di Indonesia, khusus di NAD pasca tsunami endapan lumpur tsunami menjadikan masalah makin kompleks
- Usaha-usaha fisik dan kimia bukan hal yang mudah untuk meningkatkan produktivitas lahan pasca tsunami
- Dalam waktu dekat ini, penggunaan varietas toleran paling dianjurkan untuk mengembalikan produktivitas lahan dan tanaman pasca tsunami

Pendahuluan

Pada kenyataannya, salinitas tanah telah menjadi suatu masalah serius dalam produksi tanaman di Indonesia. Daerah produksi padi yang terletak di dekat pinggir laut seperti di pulau Jawa, Sulawesi Selatan dan yang lainnya menghadapi masalah salinitas; banyak petani merubah lahan padi sawahnya menjadi lahan untuk membuat garam dan perikanan, atau meninggalkannya. Sayangnya, kita tidak cukup awas terhadap masalah yang menakutkan ini. Gempa bumi yang diikuti oleh tsunami serta tsunami yang terjadi di tempat lainnya di Indonesia mengingatkan kita bahwa salinitas telah merupakan masalah nasional yang harus ditangani, terutama sekali untuk mempertahankan atau meningkatkan produksi padi di daerah-daerah yang bersangkutan.

Perubahan kultivar padi secara transgenik telah berhasil membentuk kultivar padi yang lebih tahan terhadap salinitas. Di Tamilnadu-India, beberapa padi lokal dapat bertahan selama tsunami, sedangkan yang lainnya relatif lebih toleran untuk ditanam di tanah terkena tsunami. Bagaimanapun, varietas-varietas padi yang beradaptasi di lahan pasang surut di Indonesia mestinya mempunyai toleransi terhadap salinitas tanah, karena lahan tersebut mempunyai masalah salinitas. International Rice Research Institute (IRRI) baru-baru ini juga telah mendistribusikan benih-benih galur padi tahan salinitas untuk diuji di beberapa negara, termasuk Indonesia. Dengan adanya kultivar-kultivar ini,

langkah selanjutnya adalah mengevaluasinya melalui uji-uji adaptasi dan plot-plot demonstrasi di lahan yang terkena tsunami.

Melalui tulisan ini, diuraikan tentang tanah terkena tsunami, khususnya di NAD, dan usaha perbaikan yang paling memungkinkan. Diringkaskan bahwa penggunaan varietas tahan salin sangat direkomendasikan untuk mengembalikan produktivitas padi pasca tsunami di NAD.

Salinitas dan tanah terkena tsunami

Salinitas adalah salah satu cekaman abiotik yang sangat mempengaruhi produktivitas dan kualitas tanaman. Lahan pasang-surut, terdapat disepanjang daerah pantai Sumatra, Kalimantan, Irian dan pulau-pulau lainnya, terdiri dari berbagai ekosistem yang dipengaruhi oleh pergerakan air pasang dan salinitas dengan tingkat yang bervariasi. Lahan tersebut dapat diklasifikasikan berdasarkan kedalaman gambut, sifat-sifat tanah dan tingkat pengaruh air pasang, dan disebut sebagai daerah “pasang-surut”, dimana padi sawah merupakan komponen utama pola tanam. Pertumbuhan akar, batang dan luas daun berkurang karena cekaman garam, yaitu; ketidak-seimbangan metabolik yang disebabkan oleh keracunan ion, cekaman osmotik dan kekurangan hara.

Masalah salinitas telah meluas akhir-akhir ini. Data dari FAO memperlihatkan bahwa hampir 50% lahan irigasi mengalami masalah salinitas. Setiap tahun beberapa ratus ribu hektar lahan irigasi ditinggalkan karena mengalami salinisasi (Abrol 1986). Fenomena ini juga terjadi secara luas di Indonesia, namun perkiraan luas yang tepatnya tidak dapat dikemukakan karena kurangnya survai yang bersifat ilmiah. Di sepanjang daerah produksi padi utama di Indonesia (yang disebut sebagai PANTURA), karena lokasi lahan sawah irigasi di sepanjang pantai utara Jawa, masalah yang berhubungan dengan salinitas pasti meningkat, dan dari beberapa diskusi dengan para petani di daerah tersebut ternyata sebagian petani telah merubah usaha padinya menjadi pembuatan garam dan perikanan, atau meninggalkan lahannya.

Tsunami yang terjadi pada 26 December 2004 merusak lahan pertanian di sepanjang pantai timur dan barat NAD. Kerusakan yang disebabkan oleh tsunami bersifat struktural, fisika, kimia dan biologi, sehubungan dengan produktivitas pertanian. Analisis top-soil (Januari 2005) dari beberapa tanah terkena tsunami menunjukkan bahwa tanah telah berubah menjadi salin-sodik, dengan EC sebesar 4.27-15.18 dS m⁻¹ dan ESP sebesar 13-72%. Dari kunjungan lapang Tim ACIAR pada bulan September 2006 terlihat bahwa salinitas telah cukup berkurang. Namun, tidak hanya meningkatkan pencucian garam-garam terlarut serta Na dan Mg dapat tukar yang diperlukan untuk mengurangi pengaruh

negatifnya, masalah ketidak-seimbangan hara pasca tsunami mungkin lebih penting.

Karena kondisi tanah yang bergambut dengan pH rendah, sering terjadi kekurangan unsur-unsur hara makro (N, P, K, Ca dan Mg), sebagaimana juga masalah yang berhubungan dengan unsur mikro di lahan pasang surut. Kondisi ini juga ditemui pada beberapa tanah terkena tsunami, dan menjadi lebih gawat dengan adanya sedimen lumpur yang terakumulasi di atas permukaan tanah, khususnya di NAD. Sebagian tanah mempunyai nilai pH yang tinggi dengan Ca dan Mg dapat tukar yang tinggi, serta kandungan N, P dan K yang rendah. Karena hal-hal ini, daerah yang berbeda memerlukan perhatian khusus karena perbedaan dalam hal tekstur tanah dan pH, tingkat salinitas, serta ketersediaan unsur-unsur hara makro dan mikro.

Pencucian, perbaikan lahan dan pemberian mulsa, serta pemupukan merupakan komponen utama untuk rehabilitasi lahan pasca tsunami. Namun, karena keterbatasan struktur sistem irigasi dan drainase serta masalah sangat kompleks yang berhubungan dengan keharaan di tanah terkena tsunami, kedua cara perbaikan ini tidaklah mudah dijalankan dan memerlukan waktu yang lama dan usaha-usaha yang terintegrasi. Pada kenyataannya, terutama di Aceh Barat, restrukturisasi dan rehabilitasi tanaman pangan berjalan lambat. Pembatas utama adalah perbaikan sistem irigasi dan drainase yang tidak mudah dilaksanakan. Sedangkan peningkatan nutrisi tanah yang optimum sangat memerlukan irigasi dan drainase yang baik.

Adaptasi tanaman padi di tanah terkena tsunami

Menurut Brinkman and Singh (1982) gejala keracunan garam pada tanaman padi berupa terhambatnya pertumbuhan, berkurangnya anakan, ujung-ujung daun bewarna keputihan dan sering terlihat bagian-bagian yang khlorosis pada daun, dan walaupun tanaman padi tergolong tanaman yang tolerannya sedang, pada nilai EC sebesar 6-10 dS m⁻¹ penurunan hasil gabah mencapai 50%. Lebih jauh, Dobermann and Fairhurst (2000) menyimpulkan bahwa padi relatif lebih toleran terhadap salinitas saat perkecambahan, tapi tanaman bisa dipengaruhi saat pindah tanam, bibit masih muda, dan pembungaan. Pengaruh lebih jauh terhadap tanaman padi adalah: 1) berkurangnya kecepatan perkecambahan; 2) berkurangnya tinggi tanaman dan jumlah anakan; 3) pertumbuhan akar jelek; 4) sterilitas biji meningkat; 5) kurangnya bobot 1000 gabah dan kandungan protein total dalam biji karena penyerapan Na yang berlebihan; dan 6) berkurangnya penambatan N₂ secara biologi dan lambatnya mineralisasi tanah. Menurut Mengel and Kirkby (1979), pengaruh merusak dari salinitas sering juga tergantung pada stadia pertumbuhan tanaman. Bagi kebanyakan jenis tanaman stadia bibit adalah sangat peka terhadap salinitas.

Pada umumnya tanaman serealia, hasil biji kurang dipengaruhi dibanding jerami. Tapi pada padi sebaliknya yang terjadi; tanaman padi paling peka pada stadia berbunga dan pembentukan biji.

Pada awal penanaman pasca tsunami di NAD, kebanyakan tanaman tumbuh dan berproduksi jelek. Masalah-masalah salinitas, penggenangan (*waterlogging*), dan nutrisi tanaman timbul. Perubahan kesuburan tanah dan perubahan kimia, fisika dan biologi lainnya yang berhubungan dengan salinitas di lahan terkena tsunami ditunjukkan oleh hasil padi yang sangat rendah. Pertumbuhan tanaman padi yang tidak baik pasca tsunami serta pembentukan dan pengisian biji yang rendah ditemui di pantai timur dan barat NAD, dan terutama sekali di lahan sawah yang kerendahan. Petani-petani padi di kabupaten Aceh Besar melaporkan kegagalan pertumbuhan padi dan panen dari pertanaman padi pertama dan keduanya. Pertanaman ketiga memperlihatkan pertumbuhan vegetatif yang cukup baik tapi mempunyai malai dan gabah yang sedikit dan kurang berkembang. Petani-petani di desa Rantau Panjang Timur dan Cot Darat (berturut-turut di kecamatan Meureubo and Samatiga) di Aceh Barat mengalami gagal panen pada pertanaman padi pertama karena adanya sedimen lumpur sedalam 20-30 cm di tanah. Demikian juga pada pertanaman padi kedua pertumbuhan vegetatif dan pembentukan malai terhambat.

Dirasakan pentingnya menanam varietas tahan salin di lahan padi yang terkena tsunami, sehingga produktivitas lahan bisa ditingkatkan. Berbagai usaha untuk mendapatkan kultivar padi tahan salin telah dilakukan dan terdapat sejumlah besar kultivar untuk diuji dan di-introduksi di tanah terkena tsunami di NAD.

Varietas padi tahan salin

Terdapat beberapa jenis tumbuhan yang mampu hidup dengan baik pada habitat dengan tingkat salinitas tinggi, dan disebut sebagai *halofit*. Tumbuhan tersebut teradaptasi terhadap konsentrasi garam yang tinggi melalui beberapa mekanisme. Suatu gen ketahanan salinitas telah berhasil di-introduksi dari tumbuhan halofit, *Atriplex gmelini*, ke varietas padi yang peka salinitas (varietas Kinuhikari dari Jepang) membentuk padi transgenik yang lebih tahan salin (Masaru *et al.* 2002).

Dalam peristiwa tsunami yang melanda banyak tempat di Asia termasuk daerah pantai Tamilnadu-India, terdapat banyak jenis padi lokal dan tanaman lain yang diselamatkan oleh penduduk setempat dan dapat bertahan dari keganasan gelombang pasang dan intrusi air laut. Beberapa jenis padi lokal yang selamat dari tsunami adalah Kuzhivedichan, Kallurundai and Kundali. Lebih jauh, beberapa varietas padi yang tahan salin dan cocok untuk ditanam di lahan terkena tsunami di Tamilnadu adalah; Rassi,

Vikas, Somasila, Swarna, Deepti dan Vedagiri (<http://www.iari.res.in/tsunami/salt.htm>). Pada tahun 1998, mengingat diperlukannya varietas padi yang tahan salin Khar Land Research Station-India telah merilis varietas padi unggul tahan salin Panvel 1, Panvel 2 and Panvel 3. Varietas Panvel 1 memberikan hasil gabah tertinggi sebesar 4,4 t ha⁻¹ (Zeng *et al.* 2003).

Masalah-masalah salinitas “belum muncul” di Indonesia sebelum terjadinya tsunami tanggal 26 Desember 2004. Lebih jauh, dengan terjadinya tsunami di beberapa daerah lain, masalah salinitas ini menjadi bertambah penting. Pada kenyataannya, penelitian tentang salinitas dalam produksi padi masih jarang. Walaupun tidak ada laporan tentang padi lokal yang bertahan saat tsunami di Indonesia, pada berbagai daerah terutama di lahan rawa pinggir pantai dimana tanah dipengaruhi oleh air laut (seperti daerah pasang-surut), pertumbuhan dan hasil gabah beberapa varietas padi cukup baik, walaupun tanah bersifat salin dan asam. Sesuai dengan Conway *et al.* (1984), karena kondisi tanah yang bergambut dengan pH rendah, sering terjadi kekurangan unsur-unsur hara makro (N, P, K, Ca dan Mg), sebagaimana juga masalah yang berhubungan dengan unsur mikro. Dari beberapa uji adaptasi yang telah dilakukan, Kapuas, Cisadane, Cisanggarung, IR42 dan IR64 menunjukkan adaptasi yang baik di tanah bergambut.

Beberapa uji adaptasi menunjukkan bahwa beberapa varietas padi adalah lebih mampu beradaptasi/toleran terhadap salinitas dibandingkan yang lainnya. Pengujian di Aceh Besar – NAD pada lahan terkena tsunami menunjukkan bahwa beberapa varietas dari lahan pasang-surut toleran terhadap salinitas pada stadia vegetatif, yaitu Mendawak, Krueng Aceh, Seilalan, Banyu Asin dan Cisadane, dan mereka juga respon terhadap drainase dan pemupukan. Dari uji adaptasi yang dilakukan di Parigi - Pelabuhan Ratu (lahan yang dipengaruhi air pasang di pantai selatan Jawa Barat) Kapuas, Lambur dan suatu varietas lokal, berikut beberapa galur dari IRRI (International Rice Research Institute) digolongkan toleran terhadap salinitas pada stadia vegetatif. Namun evaluasi lebih jauh dari varietas-varietas ini dalam hal toleransi terhadap salinitas memerlukan data yang lebih akurat.

Varietas-varietas padi yang dianggap toleran terhadap kondisi-kondisi tanah yang berhubungan dengan gambut, kemasaman dan salinitas di lahan pasang-surut adalah Banyuasin, Batanghari, Dendang, Indragiri, Punggur, Martapura, Margasari, Siak Raya, Air Tenggulang, Lambur dan Mendawak dapat digunakan di tanah terkena tsunami, namun adaptasinya di daerah tertentu memerlukan pengujian dan evaluasi lebih jauh.

Bagi pengembangan tanaman padi di NAD pasca tsunami, usaha-usaha perbaikan berikut dapat dilakukan: 1) gunakan varietas

padi tahan salinitas; 2) siapkan fasilitas drainase untuk mencuci kelebihan garam-garam dan 3) pengelolaan nutrisi tanaman yang baik, termasuk hara mikro. Penyediaan drainase memerlukan struktur sistem irigasi dan drainase yang baik, dan pengelolaan nutrisi tanaman yang baik bukanlah sesuatu yang mudah. Kedua cara ini tidak mudah dilaksanakan, karena itu keberhasilannya lama. Dalam waktu dekat, penggunaan varietas padi yang tahan merupakan usaha yang sangat direkomendasikan untuk mengembalikan produktivitas lahan dan tanaman di tanah terkena tsunami.

Kesimpulan

Salinitas telah lama jadi masalah bagi pertanian di Indonesia. Lahan pasang surut di sepanjang pantai, dimana tanaman padi merupakan komponen utama bagi sistem usahatani, dipengaruhi oleh salinitas. Setelah terjadinya gempa bumi dan tsunami di NAD dan Nias, serta di bagian pantai selatan Jawa Barat masalah salinitas menjadi lebih serius. Sedimen lumpur yang terbawa gelombang tsunami ke atas tanah di NAD menyebabkan masalah menjadi lebih kompleks.

Penggunaan varietas toleran adalah suatu usaha yang lebih baik untuk mengembalikan dan meningkatkan produktivitas lahan dan produksi padi di NAD. Berbagai kultivar padi yang relatif lebih toleran terhadap salinitas tanah, dapat dievaluasi melalui uji adaptabilitas dan plot-plot demonstrasi, untuk mempercepat rehabilitasi tanaman pangan di NAD.

References

- Abrol, I. P. 1986. Salt-Affected Soils: Problems and Prospects in Developing Countries. *In: Global Aspects of Food Production*. P: 283-305 M.S. Swaminathan and S.K. Sinha (Eds.). Tycooly International Riverton, New Jersey-United States.
- Brinkman, R and V.P Singh. 1982. Rapid reclamation of brackish water fishponds in acid sulfate soils. ILRI. Publ. Wageningen. Netherlands. p: 318-330.
- Conway, G.R., I. Manwan and D.S. McCauley. 1984. The Sustainability of Agricultural Intensification in Indonesia. The Ford Foundation and The Agency for Agricultural Research and Development. Ministry of Agriculture, Jakarta.
- Dobermann, A and T. Fairhurst. 2000. Rice. Nutrient disorders & nutrient management. International Rice Research Institute (IRRI). Potash & Phosphate Institute/Potash & Phosphate Institute of Canada. p: 139-144.

Masaru, O., Y. Hayashi, A. Nakashima, A. Hamada, A. Tanaka, T. Nakamura, and T. Hayakawa. 2002. Introduction of a Na⁺/H⁺ antiporter gene from *Atriplex gmelini* confers salt tolerance to rice. FEBS Letters 532: 279-282. Elsevier Science B.V.

Mengel, K. and E.A. Kirkby. 1979. Principles of Plant Nutrition. International Potash Institute. P.O. Box CH-3048 Worblaufen-Bern, Switzerland.

Zeng, L., S.M. Lesch, C.M. Grieve. 2003. Rice growth and yield respond to changes in water depth and salinity stress. Agricultural Water Management 59: 67-75.

Adaptability of rice on tsunami-affected soil

Hasil Sembiring and Anischan Gani

Balai Besar Penelitian Tanaman Padi

Key messages:

- Salinity problems are increasing in Indonesia, especially in NAD where tsunami sediments have made salinity management more complex.
- Poor soil physical and chemical conditions affecting land productivity are not easily improved after the tsunami.
- In the short term, the use of tolerant rice varieties is the most recommended measure to sustain land and crop productivities in tsunami affected soils.

Introduction

Soil salinity has always been a serious problem for Indonesian crop production. Many farmers living near the ocean in Java, South Sulawesi and other islands of Indonesia are changing from lowland rice production to fisheries and production of cooking salt, or have abandoned their land altogether. Unfortunately, soil salinity problems in Indonesia are not widely known, and it has taken the earthquake followed by the tsunami in Aceh and Nias together with tsunamis in other parts of Indonesia to remind us that salinity is a national problem that has to be tackled if we are to maintain or increase rice production.

The transgenic alteration of a salt-sensitive rice cultivar has produced a rice cultivar that is more tolerant to salinity. In Tamil Nadu, India, some local rice varieties survived the tsunami, and elsewhere there are many rice varieties that are relatively salt-tolerant and able to be planted in tsunami-affected soils. Rice varieties adapted to tidal swamp areas in Indonesia should have developed some tolerance to soil salinity, because land in these areas (called lahan pasang surut) is saline to varying degrees. The International Rice Research Institute (IRRI) has distributed seed of salinity-tolerant lines to several countries, including Indonesia, for testing. With these cultivars in hand, our next step is to evaluate them through adaptability testings and demonstration plots in tsunami-affected soils.

This article describes salinity-affected soils and rice crops, especially in NAD, and suggests feasible remedial measures. The use of salt tolerant varieties is highly recommended to sustain rice productivity in tsunami-affected soils.

Salinity and tsunami affected soil

Salinity is one of the major abiotic stresses that adversely affect crop productivity and quality. The tidal swamplands along the coastal areas of Sumatra, Kalimantan, Irian and other islands in Indonesia comprise a wide range of ecosystems affected by tidal movements and salinity to varying degrees. The swamplands can be classified in terms of depth of peat, soil characteristics and tidal influence. They are called “pasang-surut” areas, where wetland rice is a main component of farming systems. In these systems, growth of roots, shoots and leaf area are all substantially reduced by salt stress, due to metabolic imbalances caused by ionic toxicity, osmotic stress, and nutritional deficiency.

Salinity problems are spreading throughout the world. FAO data shows that nearly 50% of irrigated lands have some salinity. Every year several hundreds of thousands of hectares of irrigated land are abandoned as a result of salinisation (Abrol 1986). This is also occurring in Indonesia, where salinity is widespread, but reliable estimates of the extent of the problem are not available due to inadequate scientific surveys. Along the main rice production area in Indonesia (known as PANTURA), the problem of salinity must be increasing due to the irrigated rice areas along the north coastal region of Java. Discussion with farmers from that area revealed that many farmers had changed their lowland rice to salt-producing land and fisheries, or had abandoned their lands altogether.

The tsunami on 26 December 2004 destroyed agricultural land along the western and eastern coast of NAD, causing structural, physical, chemical and biological damage to agricultural productivity. Topsoil analysis of some tsunami-affected soils in January 2005 showed that soils had become saline-sodic, with EC of 4.27- 15.18 dS m⁻¹ and ESP of 13-72%. The ACIAR team's field visit in September 2006 found that salinity had decreased considerably but nutrient balance problems remain and may be more important.

Deficiencies in nutrients (nitrogen, phosphorus, potassium, calcium and magnesium) and some micronutrients are common in tidal swamplands, due to the low pH of the peaty soils. These conditions are also found in several tsunami-affected soils, and were made worse by the mud sediments deposited on the soil surface, especially in NAD. Some soils have high pH and high exchangeable calcium and magnesium, but are low in nitrogen, phosphorus and potassium. Different sites need specific management due to differences in soil texture, pH, salinity, and availability of macro and micronutrients.

Leaching, soil amendments, mulching, and fertilisation are thought to be the main strategies in rehabilitating tsunami-affected soils.

However, the structural limitations of irrigation and drainage systems and the complex nutrient problems associated with tsunami-affected soils mean these strategies are not easy to achieve, and need an integrated approach. For these reasons, restoration of food production has been slow, especially in Aceh Barat. Optimum soil nutritional improvement requires good irrigation and drainage, not easy to establish in tsunami-affected areas.

Adaptability of rice on tsunami affected soil

Symptoms of salt injury in rice plants are stunted growth, reduced tillering, whitish leaf tips and frequently, chlorotic parts on the leaves. Although rice is classified as a moderately tolerant crop, EC of 6-10 dS/m is associated with a 50% decrease in yield (Brinkman and Singh 1982). Moreover, Dobermann and Fairhurst (2000) noted that rice is relatively more tolerant of salinity at germination, but plants may become affected at transplanting, young seedling and flowering stages. Further effects on rice growth are

- reduced germination rate
- reduced plant height and tillering
- poor root growth
- increased spikelet sterility
- decreased 1,000 grain weight and total protein content in grain due to excess sodium uptake
- decreased biological N₂ fixation and soil nitrogen mineralisation.

The detrimental effects of salinity often depend on the stage of plant growth (Mengel and Kirkby, 1979). For many species the seedling stage is very sensitive to salinity. In most cereal crops grain yields are less affected than straw yields. For rice, however, the reverse is true, as this crop is particularly sensitive at the flowering and seed setting stage.

On the re-start of cropping after tsunami in NAD, many crops established and yielded poorly. Salinity, waterlogging, and nutrition problems are emerging. Soil fertility and other chemical, physical and biological changes related to salinity in tsunami-affected soils have manifested in disappointingly low yields in rice.

Sparse establishment of rice after the tsunami, and low seed set and filling have been observed on both the east and west coasts of NAD and were particularly severe in lower elevation rice bays. Some rice farmers in

Aceh Besar district of NAD reported growth and yield failures from their first and second rice crops after tsunami. The third rice crop showed fairly good vegetative growth but had fewer and undeveloped panicles and spikelets. Farmers at Rantau Panjang Timur and Cot Darat villages (Meureubo and Samatiga subdistricts respectively) in Aceh Barat failed to harvest their first rice crops due to 20-30 cm mud sediments on the soils. Vegetative and panicle growths of their second rice crops were stunted.

There is a great need to cultivate salt-tolerant rice varieties in tsunami-affected rice fields to improve productivity. There has been a lot of work done selecting salt-tolerant rice cultivars and there are now a large number of rice cultivars to be tested and introduced in tsunami-affected soil in NAD.

Rice varieties tolerant to salinity

Plant species able to thrive in high salt habitats are known as halophytes. Such plants are adapted to high salt concentrations through various mechanisms, and a gene for salinity-tolerance from the halophyte *Atriplex gmelini*, has been successfully introduced into a salt-sensitive Japanese rice cultivar, Kinuhikari, to produce a transgenic rice plant more tolerant to salinity (Masaru et al. 2002).

In the wake of tsunami which ravaged many parts of Asia including coastal Tamil Nadu -India, there are many local varieties of rice and other crops which can withstand the fury of the tidal waves and salt water inclusion conserved by local communities. Some of the local rice varieties that survived in tsunami were Kuzhivedichan, Kallurundai and Kundali. Furthermore, some saline-tolerant rice varieties suitable for tsunami-affected areas in Tamil Nadu are; Rassi, Vikas, Somasila, Swarna, Deepti and Vedagiri (<http://www.iari.res.in/tsunami/salt.htm>). In 1998, in response to demand for salt-tolerant rice varieties in coastal saline soils, the Khar Land Research Station-India released improved, salt-tolerant rice varieties Panvel 1, Panvel 2 and Panvel 3. Variety Panvel 1 recorded the highest rice yield of 4.4 t ha⁻¹ (Zeng et al. 2003).

In Indonesia, salinity problems “had not appeared” before the tsunami on 26 December 2004 and research on salinity in rice production is still rare although the problem is becoming increasingly important as tsunamis occur in other areas in Indonesia. Even though there are no reports of local varieties surviving the tsunami in Indonesia, in many tidal affected areas (lahan pasang surut) growth and grain yield of some rice varieties are fairly good, though the soils are saline and acid. From several adaptability testings, Kapuas, Cisadane, Cisanggarung, IR42, IR64 showed good adaptation in peaty soil.

It was clear from several adaptation tests that some rice varieties were more adapted/ tolerant to salinity than others. Adaptation tests in NAD tsunami-affected soils show that some varieties from tidal swampland (Mendawak, Krueng Aceh, Seilalan, Banyu Asin and Cisadane), were tolerant to salinity at the vegetative stage of growth and responded well to drainage and fertilization. The adaptation tests conducted at Parigi-Pelabuhan Ratu (tidal affected land at the southern coast of West Java) showed that Kapuas, Lambur and one local variety, along with some lines from IRRI (International Rice Research Institute) were classified tolerant to salinity at vegetative stage. But further evaluation of these varieties needs more accurate data.

Varieties that are thought to be tolerant to soil conditions associated with peat, acidity and salinity in tidal swamplands are Banyuasin, Batanghari, Dendang, Indragiri, Punggur, Martapura, Margasari, Siak Raya, Air Tenggulang, Lambur dan Mendawak. These can all be used in tsunami-affected soils, though their adaptation at certain sites needs evaluation and further testing.

For rice crop development after tsunami in NAD, the following remedial measures may be employed:

- use salt-tolerant varieties
- provide drainage to leach excess salts
- manage nutrients, including micro-nutrients.

Good drainage requires better irrigation and drainage systems, and nutrient management is not an easy task, so both have a long way to go. In the short term, the use of tolerant rice varieties is the fastest way to improve land and crop productivity in tsunami-affected soils.

Conclusion

Salinity has been a problem for a long-time in Indonesian agriculture because tidal swamp lands where the rice crop is the main component of farming systems are affected by salinity. Following the earthquake and tsunami in NAD and Nias, and the southern part of West Java, the problem has become more serious. The mud sediment deposited by the tsunami wave onto the soil in NAD has made the problem more complicated.

The use of salt-tolerant varieties is a useful technique to maintain and increase rice and land productivity to sustain rice production in NAD. Many rice cultivars relatively more tolerant to soil salinity should be evaluated through adaptability testing and demonstration plots to accelerate food crops rehabilitation in NAD.

References

- Abrol, I. P. 1986. Salt-Affected Soils: Problems and Prospects in Developing Countries. *In: Global Aspects of Food Production*. p: 283-305 M.S. Swaminathan and S.K. Sinha (Eds.). Tycooly International Riverton, New Jersey-United States.
- Brinkman, R and V.P Singh. 1982. Rapid reclamation of brackish water fishponds in acid sulfate soils. ILRI. Publ. Wageningen. Netherlands. p: 318-330.
- Conway, G.R., I. Manwan and D.S. McCauley. 1984. The Sustainability of Agricultural Intensification in Indonesia. The Ford Foundation and The Agency for Agricultural Research and Development. Ministry of Agriculture, Jakarta.
- Dobermann, A and T. Fairhurst. 2000. Rice. Nutrient disorders & nutrient management. International Rice Research Institute (IRRI). Potash & Phosphate Institute/Potash & Phosphate Institute of Canada. p: 139-144.
- Masaru, O., Y. Hayashi, A. Nakashima, A. Hamada, A. Tanaka, T. Nakamura, and T. Hayakawa. 2002. Introduction of a Na⁺/H⁺ antiporter gene from *Atriplex gmelini* confers salt tolerance to rice. FEBS Letters 532: 279-282. Elsevier Science B.V.
- Mengel, K. and E.A. Kirkby. 1979. Principles of Plant Nutrition. International Potash Institute. P.O. Box CH-3048 Worblaufen-Bern, Switzerland.
- Zeng, L., S.M. Lesch, C.M. Grieve. 2003. Rice growth and yield respond to changes in water depth and salinity stress. *Agricultural Water Management* 59: 67-75.