PADI GOGO DAN PERBAIKAN GENETIK MELALUI INDUKSI MUTASI

ISBN : 9788-602-53669-2-5

Ni Wayan Sri Suliartini
Teguh Wijayanto
Abdul Madiki
Prof. Dr. Ir. I G P Muliarta Aryana, MP.

PADI GOGO DAN PERBAIKAN GENETIK MELALUI INDUKSI MUTASI

Ni Wayan Sri Suliartini
Teguh Wijayanto
Abdul Madiki
Prof. Dr. Ir. I G P Muliarta Aryana, MP.

LPPM Universitas Mataram

PADI GOGO DAN PERBAIKAN GENETIK MELALUI INDUKSI MUTASI

Penulis :
NI WAYAN SRI SULIARTINI
TEGUH WIJAYANTO
ABDUL MADIKI
Prof. Dr. Ir. I G P Muliarta Aryana, MP.

ISBN : 9788-602-53669-2-5

Editor:
I GUSTI PUTU MULIARTA ARYANA

Desain sampul dan tata letak
I GUSTI PUTU MULIARTA ARYANA

Penerbit:

LPPM Universitas Mataram

Alamat Penerbit :
Jalan pendidikan No. 37 Mataram-NTB
Jln. Pendidikan No. 37 Mataram-NTB 83125
Telp. (0370) 641552, 638265
Fax.(0370) 638265,
e-mail: sentra-hki@unram.ac.id

Cetakan pertama, Maret 2019
Hak Cipta dilindungi undang-undang
dilarang memperbanyak karya tulis ini
dalam bentuk dan dengan cara apapun
tanpa ijin tertulis dari penerbit

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas terbitnya buku “Padi Gogo dan Perbaikan Genetik melalui induksi Mutasi”.

Padi gogo beras merah (*Oryza sativa* L.) merupakan padi yang ditanam pada lahan kering seperti di ladang atau daerah lereng pegunungan. Pemenuhan kebutuhan air tanaman padi gogo tergantung pada curah hujan. Pada umumnya padi gogo beras merah ditanam pada awal musim hujan dengan indeks penanaman (IP) 100% masa panen satu kali setahun.

Padi gogo beras merah merupakan bahan pangan pokok yang mempunyai nilai gizi tinggi. Selain mengandung karbohidrat, lemak, protein, serat dan mineral, beras merah juga mengandung antosianin yang berfungsi sebagai antioksidan. Padi gogo beras merah sering dikonsumsi sebagai pelengkap pangan pokok berbahan sagu. Pada daerah dengan pangan pokok utama sagu, antara lain Provinsi Sulawesi Tenggara (Sultra), beras merah sering digunakan sebagai komplementer untuk pemenuhan kebutuhan zat gizi yang tidak dapat disediakan oleh sagu.

Dari berbagai pengamatan yang dilakukan di lapang, dapat diidentifikasi bahwa padi gogo yang ditanam petani di Sulawesi Tenggara didominasi oleh padi gogo kultivar lokal. Padi gogo beras merah Sulawesi Tenggara sebagian besar merupakan padi bulu (Javanica) dengan karakteristik tinggi tanaman di atas 120 cm, berumur di atas 135 hari serta hasilnya rendah ($\leq$3 ton.ha^{-1}) (Suliartini *et al.* 2011a). Potensi hasil yang rendah tersebut disebabkan jumlah anakan

sedikit dan jumlah gabah permalai rendah. Hasil yang rendah ditambah dengan umur panen yang panjang mengakibatkan usaha tani padi gogo beras merah kurang menguntungkan. Umur panjang dan penanaman hanya dilakukan pada awal musim hujan mengakibatkan penanaman hanya dapat dilakukan satu kali setiap tahun. Hal tersebut menyebabkan sebagian besar petani beralih menanam padi sawah yang dibudidayakan sebagai padi gogo (Zapata, 1985). Menurut Hadini *et al*. (2002) dan Suardi (2002), petani lebih suka membudidayakan padi berumur pendek dibanding dengan padi beras merah lokal yang berumur panjang. Keadaan ini menyebabkan keberadaan kultivar lokal tergeser oleh varietas baru berumur pendek sehingga kultivar lokal terancam punah. Kehilangan plasma nutfah tersebut berarti kehilangan sumber genetik yang sangat penting bagi suatu program pemuliaan tanaman untuk merakit varietas unggul baru.

Dalam suatu program pemuliaan tanaman, pembuatan materi dasar yang mempunyai keragaman genetik tinggi untuk karakter yang akan diperbaiki merupakan langkah awal yang sangat penting. Keragaman genetik yang tinggi dibutuhkan dalam seleksi untuk meningkatkan peluang perolehan karakter yang diinginkan. Pembuatan materi dasar tersebut dapat dilakukan dengan jalan melakukan persilangan antara varietas-varietas yang memiliki karakter-karakter yang ingin diperbaiki, atau memasukkan gen tertentu ke dalam varietas yang diperbaiki melalui rekayasa genetik, atau melalui mutasi buatan.

Mutasi adalah perubahan bahan genetik yang dapat terjadi secara spontan (alamiah) atau dapat diinduksi dengan berbagai agens fisik (sinar X, sinar gamma) atau kimia *diethylsulphate* (DES), *ethylene*

methane sulphonate (EMS). Individu yang mengalami mutasi disebut mutan. Generasi pertama yang mengalami mutasi disebut sebagai Generasi Mutan 1 (M1). Mutasi gen dapat menghasilkan fenotipe mutan yang berbeda dengan fenotipe tetua, lebih baik atau lebih rendah dari tetua (Ahloowalia dan Maluszynsky, 2001).

Peningkatan keragaman genetik melalui persilangan dapat dilakukan apabila keragaman dalam populasi tinggi. Induksi mutasi melalui irradiasi sinar gamma perlu dilakukan karena keragaman genetik karakter hasil, tinggi tanaman dan umur panen pada kultivar-kultivar lokal Sulawesi Tenggara rendah. Induksi mutasi menghasilkan keragaman yang lebih tinggi dibandingkan metode lainnya. Hal ini didukung oleh Wulan (2007) bahwa irradiasi merupakan metode yang efektif untuk menimbulkan keragaman, bukan hanya karakter-karakter yang ada dalam jenis tanaman tersebut tetapi karakter baru yang tidak ada sebelumnya. Melina (2008) menambahkan bahwa kelebihan lain dari irradiasi sinar gamma adalah pada varietas-varietas stabil, irradiasi dapat memperbaiki satu atau dua karakter tanpa merubah karakter lainnya.

Penggunaan irradiasi sinar gamma sebagai mutagen fisik paling banyak digunakan oleh pemulia tanaman. Pemuliaan tanaman padi dengan memanfaatkan irradiasi sinar gamma telah banyak dilakukan oleh peneliti di Badan Tenaga Atom Nasional (Batan). Sejumlah varietas baru telah dihasilkan, antara lain adalah : Atomita 1, Atomita 2, Atomita 3, Atomita 4, Situgintung, Cilosari, Woyla, Meraoke, Kahayan, Winongo, Diah Suci, Yuwono, Mayang, Mira 1 dan Mira 2 (BATAN, 2009). Varietas-varietas tersebut pada umumnya mempunyai

ciri potensi hasil tinggi, jumlah anakan banyak, tanaman pendek, dan umur panen pendek. Meskipun demikian, belum ada varietas unggul padi beras merah hasil irradiasi gamma yang dilepas. BATAN dan Balitpa belum melepas varietas unggul padi gogo beras merah hasil pemuliaan mutasi.

Beberapa penelitian tentang perubahan kandungan antosianin telah dilakukan. Hasil penelitian Khatami dan Ghanati (2011) menunjukkan adanya peningkatan kandungan antosianin pada sel kalus *Malva neglecta* yang diberi perlakuan irradiasi UV. Penelitian kandungan antosianin pada tanaman Rosella merah yang diberi perlakuan irradiasi sinar gamma telah dilakukan oleh Atmarazaoi (2013). Namun demikian, belum ada informasi tentang pengaruh irradiasi sinar gamma terhadap kandungan antosianin pada padi gogo beras merah.

Umur dan hasil merupakan karakter yang dapat diperbaiki melalui irradiasi sinar gamma. Jumlah polong tiap tanaman kacang tanah berhasil ditingkatkan (12,5 menjadi 13 polong tiap tanaman) melalui irradiasi sinar gamma 150 Gy (Hemon *et al*., 2009). Perbaikan genetik padi gogo var. Gora melalui irradiasi sinar gamma menghasilkan beberapa mutan padi yang berumur 5-15 hari lebih pendek dan hasil yang lebih tinggi (2,50-3,16 $t.ha^{-1}$) dibandingkan tetuanya (2,17 $t.ha^{-1}$) dan varietas pembanding Bala (1,96 $t.ha^{-1}$) (Singh dan Sinha, 1986). Kultivar barley baru Centenario dihasilkan melalui induksi mutasi sinar gamma 300 Gy dengan potensi hasil tinggi 5.552 $kg.ha^{-1}$ lebih tinggi dibandingkan tetuanya Buenavista 4.041 $kg.ha^{-1}$. Kultivar Centerio juga memiliki umur panen yang lebih singkat (umur

panen 141 hari) dibandingkan tetuanya (umur panen 159 hari) (Gómez-Pando *et al*., 2009).

Dari hasil–hasil tersebut menunjukkan bahwa induksi mutasi dengan sinar gamma sangat efektif untuk menghasilkan mutan sehingga menimbulkan keragaman genetik pada sejumlah karakter. Hal yang perlu diperhatikan pada penggunaan sinar gamma adalah dosis irradiasi yang sesuai untuk memperoleh mutan yang bermanfaat berbeda untuk setiap jenis tanaman.

Keberhasilan penulisan buku ini tentu tidak terlepas dari dukungan berbagai pihak terutama Kemenristek Dikti melalui Hibah Doktor Tahun 2014, Hibah Penelitian Produk Terapan tahun anggaran 2017 dan Penelitian Strategis Nasional Institusi Tahun 2018.

Buku ini kupersembahkan untuk

suamiku tercinta I Nyoman Kerisna Pande, S.E.

dan anak-anakku terkasih

I.B. Langgam Gumilang

Ida Ayu Arundita Rani Putri

Ida Bagus Brahmanta Jayana

Daftar isi

KATA PENGANTAR iii
PERSEMBAHAN viii
DAFTAR ISI ix

BAB I PADI GOGO
1.1 Padi (*Oryza sativa* L.) 1
1.2 Botani Padi.....2
1.3 Lingkungan Tumbuh Padi Gogo.....7
1.4 Padi Gogo di Sulawesi Tenggara.....10
1.5 Padi Beras Merah 13

BAB II PERBAIKAN GENETIK
2.1 Induksi Mutasi 16
2.2 Induksi Mutasi dengan Iradiasi Sinar Gamma 19
2.3 Metode Pemuliaan Mutasi 20
2.4 Perubahan Sel dan Inti Akibat Iradiasi 23
2.5 Pengaruh Induksi Mutasi 28
2.6 Induksi Mutasi untuk Peningkatan
Keragaman Umur dan Hasil 29

BAB III PENYAKIT UTAMA PADI GOGO
3.1 Penyakit Tungro 34
3.2 Penyakit Hawar Daun Bakteri/Kresek 35
3.3 Penyakit Hawar Daun Jingga/Red Stripe.....38
3.4 Penyakit Hawar Pelepah 40
3.5 Penyakit Busuk Batang.....42
3.6 Penyakit Blas 44
3.7 Penyakit Bercak Daun Cercospora 47
3.8 Penyakit Bercak Daun Coklat.....49

Daftar Pustaka 52

BAB I. PADI GOGO

1. Padi (*Oryz sativa* L.)

Tanaman padi (*Oryza sativa* L) merupakan tanaman semusim yang termasuk golongan rumput-rumputan dari famili *Gramineae* dengan batang tersusun dari beberapa ruas. Secara morfologi tanaman padi mempunyai tiga fase perkembangan: (1) fase vegetatif (perkecambahan sampai inisiasi malai), (2) fase reproduktif (inisiasi malai sampai pembungaan), dan (3) fase pemasakan (pembungaan sampai pemasakan).

Padi termasuk kedalam genus *Oryza*, keluarga *Gramineae* atau rumput-rumputan. Genus *Oryza* tersebar ke seluruh daerah tropis dan subtropis diseluruh dunia, dan terdiri dari 23 spesies liar dan dua spesies budidaya yaitu *Oryza sativa* yang dibudidayakan di Asia dan *Oryza glaberrima* yang dibudidayakan di Afrika. Padi yang ada sekarang ini *Oryza sativa sp* merupakan persilangan antara *Oryza officinalis* dan *Oryza sativa* f *spontania*.

Spesies *Oryza sativa* terbagi menjadi tiga subspesis yaitu *Japonica*, *Indica* dan *Javanica*. *Japonica* merupakan subspesies yang memiliki ukuran gabah yang pendek dan tekstur nasi yang lebih lengket yang berasal dari daerah subtropis (Jepang, Korea dan Cina Utara) sedangkan subspesies *Indica* ukuran gabah yang panjang dan tekstur nasi yang tidak lengket berasal dari daerah tropis. Subspesies *Javanica* memiliki ukuran gabah yang sedang, tekstur nasi lengket dan hanya dapat tumbuh di Indonesia.

Padi dibedakan dalam dua tipe yaitu padi kering (gogo) yang ditanam di dataran tinggi dan padi sawah di dataran rendah yang memerlukan penggenangan. Padi gogo merupakan jenis padi non irigasi yang mampu tumbuh pada input yang terbatas salah satunya adalah masalah ketersediaan air. Kondisi tersebut menjadikan padi gogo dapat tumbuh dan berkembang pada lahan kering. Semua kebutuhan airnya tergantung pada curah hujan.

2. Botani Padi

Klasifikasi tanaman padi menurut Prihatman (2000) sebagai berikut:

Divisi : Spermatophyta

Sub divisi : Angiospermae

Kelas : Monotyledonae

Keluarga : Gramineae (Poaceae)

Genus : Oryza

Spesies : *Oryza sativa* L.

Padi memiliki bagian vegetatif seperti akar, batang, anakan dan daun. Akar terdiri dari akar tunggang, akar serabut atau adventif dan akar tajuk. Tanaman padi mempunyai batang yang beruas-ruas. Panjang batang tergantung pada jenis dan kondisi lingkungan tumbuh. Padi jenis unggul saat ini biasanya memiliki batang yang pendek, sedangkan tanaman lokal atau yang tumbuh di rawa dapat tumbuh lebih panjang.

Morfologi suatu tanaman sangat berpengaruh terhadap produktivitasnya. Misalnya, efektivitas menangkap radiasi surya, suhu mikro tajuk tanaman, ketersediaan air bagi tanaman akibat perakarannya yang berbeda dalam penyebarannya. Pemahaman tentang bentuk dan fungsi dari organ-organ tanaman padi diperlukan antara lain untuk merancang tipe tanaman padi ideal.

a) Akar

Akar berfungsi sebagai penguat/penunjang tanaman untuk dapat tumbuh tegak, menyerap hara dan air dari dalam tanah untuk selanjutnya diteruskan ke organ lainnya di atas tanah yang memerlukan (Makarim dan Suhartatik, 2011).

Akar tanaman padi dapat dibedakan atas : (1).Radikula; akar yang tumbuh pada saat benih berkecambah. Pada benih yang sedang berkecambah timbul calon akar dan batang. Calon akar mengalami pertumbuhan ke arah bawah sehingga terbentuk akar tunggang, sedangkan calon batang akan tumbuh ke atas sehingga terbentuk batang dan daun. (2). Akar serabut (akar adventif); setelah 5-6 hari terbentuk akar tunggang, akar serabut akan tumbuh. (3). Akar rambut; merupakan bagian akar yang keluar dari akar tunggang dan akar serabut. Akar ini merupakan saluran pada kulit akar yang berada diluar, dan ini penting dalam pengisapan air maupun zat-zat makanan. Akar rambut biasanya berumur pendek sedangkan bentuk dan panjangnya sama dengan akar serabut. (4). Akar tajuk (crown roots); adalah akar yang tumbuh dari ruas batang terendah. Akar tajuk ini dibedakan lagi berdasarkan letak kedalaman akar di tanah yaitu akar yang dangkal dan akar yang dalam.

Apabila kandungan udara di dalam tanah rendah,maka akar-akar dangkal mudah berkembang.

Bagian akar yang telah dewasa (lebih tua) dan telah mengalami perkembangan akan berwarna coklat, sedangkan akar yang baru atau bagian akar yang masih muda berwarna putih.

b) Batang

Batang berfungsi sebagai penopang tanaman, penyalur senyawa-senyawa kimia dan air dalam tanaman, dan sebgai cadangan makanan. Hasil tanaman yang tinggi harus didukung dengan batang padi kokoh. Bila tidak, tanaman akan rebah terutama di daerah yang sring dilanda angin kencang.

Batang padi tersusun dari rangkaian ruas-ruas dan antara ruas yang satu dengan yang lainnya dipisah oleh sesuatu buku. Ruas batang padi di dalamnya berongga dan bentuknya bulat. Dari atas ke bawah, ruas batang itu makin pendek. Ruas-ruas yang terpendek terdapat di bagian bawah dari batang dan ruas-ruas ini praktis tidak dapat dibedakan sebagai ruas-ruas yang berdiri sendiri.

Tinggi tanaman diukur dari permukaan tanah sampai ujung daun tertinggi bila malai belum keluar, dan sesudah malai keluar tingginya diukur dari permukaan tanah sampai ujung malai tertinggi. Tinggi tanaman adalah suatu sifat baku (keturunan). Adanya perbedaan tinggi dari suatu varietas disebabkan oleh suatu pengaruh keadaan lingkungan. Bila syarat-syarat tumbuh baik, maka tinggi tanaman padi biasanya 80-120 cm.

Pada tiap-tiap buku, duduk sehelai daun. Di dalam ketiak daun terdapat kuncup yang tumbuh menjadi batang. Pada buku-buku yang terletak paling bawah mata-mata ketiak yang terdapat antara ruas batang-batang dan upih daun, tumbuh menjadi batang-batang sekunder yang serupa dengan batang primer. Batang-batang sekunder ini pada gilirannya nanti menghasilkan batang-batang tersier dan seterusnya. Peristiwa ini disebut pertunasan atau menganak.

c) Daun

Daun merupakan bagian dari tanaman yang berwarna hijau karena mengandung klorofil (zat hijau daun). Adanya klorofil ini menyebabkan daun tanaman dapat mengolah sinar radiasi surya menjadi karbohidrat/energy untuk tumbuh kembangnya organ-organ tanaman lainnya atau disebut sebagai *sources.*

Daun pada tanaman padi tumbuh pada batang dalam susunan yang berselang-seling, satu daun tiap buku. Setiap daun terdiri dari helai daun, pelepah daun, telinga daun (*auricle*) dan lidah daun (*ligule*). Pada perbatasan antara helai daun dan upih terdapat lidah daun. Panjang dan lebar dari helai daun tergantung kepada varietas padi yang ditanam dan letaknya pada batang. Daun ketiga dari atas bisaanya merupakan daun terpanjang.

Daun padi memiliki tulang daun yang sejajar, yang keluar dari biji pertama kali adalah koleoptil, lalu daun pertama kemudian daun kedua yang pertama-tama memiliki helaian daun yang lebar dan disusul dengan daun berikutnya. Daun kelopak yang terpanjang dan memuat ruas yang paling atas dari batang disubut daun bendera. Dimana daun

pelepah teratas menjadi ligula dan daun bendera, disitulah timbul ruas yang menjadi bulir.

d). Bunga

Setiap bunga padi memiliki enam kapala sari (*anther*) dan satu kepala putik (*stigma*) bercabang dua berbentuk sikat botol. Kedua organ seksual ini umumnya siap reproduksi dalam waktu yang bersamaan. Putik mempunyai dua tangkai putik dengan dua buah kepala putik yang berbentuk malai dengan warna pada umumnya putih atau ungu.

d) Buah

Malai padi merupakan sekumpulan bulir yang muncul dari buku paling atas, terdiri dari cabang primer, sekunder, dan tersier. Pada cabang tersebut terdapat bulir dengan sistem percabangan berpasangan atau menyebelah. Dalam satu malai secara berturut-turut bunga padi membuka malai dari ujung menuju pangkal. Sebuah malai dapat selesai membuka dalam waktu 5-8 hari sedangkan 1 rumpun untuk menyelesaikan kegiatan tersebut antara 10-14 hari. Pada waktu palea dan lemma terbuka maka kepala sari masih tertinggal di luar. Palea dan lemma akan membuka dengan membentuk sudut 350, sedangkan proses terjadinya penyerbukan tersebut tidak selalu dapat membentuk bulir yang bernas.

Satu tangkai malai yang terdiri atas banyak spikelet (buah/gabah), secara internal akan terjadi kompetisi dalam menarik fotosintat. Spikelet yang terletak pada ujung malai akan keluar terlebih dahulu dan tumbuh lebih baik, sehingga cenderung mendominasi dalam

menarik fotosintat. Sementara spikelet yang terletak pada pangkal malai akan keluar terakhir dan pertumbuhannya cenderung lemah, sehingga kalah berkompetisi dalam menarik fotosintat. Akibatnya pengisian biji tidak penuh dan spikelet tidak bernas (steril) yang pada akhirnya akan menghasilkan gabah hampa.

Buah pada tanaman padi disebut gabah. Buah terbentuk setelah penyerbukan dan pembuahan. Biji sebagian besar ditempati oleh endosperm yang mengandung zat tepung dan sebagian ditempati oleh embryo (lembaga) yang terletak dibagian sentral yaitu bagian lemma dan palea membentuk sekam atau kulit gabah

Buah padi yang sehari-hari yang kita sebut biji padi atau bulir atau gabah, sebenarnya bukan biji melainkan buah padi yang tertutup oleh lemma dan palea. Buah ini terjadi setelah selesai penyerbukan dan pembuahan, lemma dan palea serta bagian lain membentuk sekam atau kulit gabah.

Bulir-bulir padi terletak pada cabang pertama dan cabang kedua, sedangkan sumbu utama malai adalah ruas buku yang terakhir pada batang. Panjang malai tergantung varietas padi yang ditanam dan cara bercocok tanam. Jumlah cabang pada setiap malai berkisar antara 15-20 buah, yang paling rendah 7 buah cabang, dan yang terbanyak mencapai 30 buah cabang (Rahayu dan Totok, 2009).

3. Lingkungan Tumbuh Padi Gogo

Padi gogo adalah padi yang dibudidayakan pada lahan kering. Selama pertumbuhan, semua kebutuhan air sepenuhnya tergantung dari

curah hujan. Curah hujan yang dibutuhkan untuk pertumbuhan padi gogo, yaitu curah hujan lebih 200 mm selama 3 bulan berturut-turut.

Padi gogo dapat tumbuh pada iklim yang beragam, di daerah tropis dan subtropics 45^0LU dan 45^0LS dengan cuaca panas dan kelembaban yang tinggi dengan musim hujan 4 bulan. Iklim tersebut sesuai untuk pertumbuhan padi gogo yang memerlukan air sepanjang pertumbuhannya dan kebutuhan air tersebut hanya mengandalkan curah hujan. Rata-rata curah hujan yang baik adalah 200 mm/bulan selama 3 bulan berturut-turut atau 1500 – 2000 mm/tahun. Padi dapat ditanam di musim kemarau dan hujan. Pada musim kemarau produksi meningkat asalkan air cukup, di musim hujan, walau air melimpah produksi dapat menurun karena penyerbukan kurang intensif. Di dataran rendah padi memerlukan ketinggian 0–650 m dpl dengan temperatur 22^0C - 27^0C sedangkan di dataran tinggi 650-1500 m dpl dengan temperatur 19^0C - 23^0C.

Tanaman padi memerlukan penyinaran matahari penuh tanpa naungan. Matahari di Indonesia memiliki panjang radiasi ± 12 jam sehari dengan intensitas radiasi 350 cal/cm2/hari pada musim penghujan. Intensitas radiasi ini tergolong rendah jika dibandingkan di daerah subtropics yang dapat mencapai 550 cal/cm2/hari. Angin berpengaruh pada penyerbukan dan pembuahan tapi jika terlalu kencang akan merobohkan tanaman.

Padi gogo harus ditanam di tanah yang berhumus, struktur remah dan cukup mengandung air dan udara. Memerlukan ketebalan tanah 25 cm, tanah yang cocok berragam mulai dari yang berliat,

berdebu halus, berlempung halus sampai tanah kasar. Sebaiknya tanah tidak berbatu, jika ada harus < 50%. Keasaman tanah berragam dari 4,0 sampai 8,0. Untuk pertumbuhan tanaman yang baik diperlukan keseimbangan perbandingan penyusun tanah yaitu 45% bagian mineral, 5% bahan organilk, 25% bagian air dan 25% bagian udara pada lapisan tanah setebal 0 – 30 cm.

Cahaya adalah faktor lingkungan yang diperlukan untuk mengendalikan pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan. Alasan utamanya karena cahaya menyebabkan fotosíntesis. Setiap tanaman atau jenis pohon mempunyai toleransi yang berlainan terhadap cahaya matahari. Ada tanaman yang tumbuh dengan baik pada tempat terbuka sebaliknya ada beberapa tanaman yang dapat tumbuh pada tempat teduh atau bernaungan. Ada pula tanaman yang memerlukan cahaya dengan intensitas yang berbeda sepanjang periode hidupnya.

Pertumbuhan padi gogo sangat dipengaruhi oleh lingkungan tumbuhnya. Selain ketersediaan air, faktor lingkungan lain seperti ketinggian suatu daerah dan intensitas cahaya matahari juga mempengaruhi pertumbuhan tanaman padi gogo. Tanaman padi gogo dapat tumbuh pada ketinggian 0 - 1300 m dpl, akan tetapi tidak semua tanaman padi gogo dapat tumbuh pada dataran tinggi. Intensitas cahaya minimum yang dibutuhkan untuk pertumbuhan padi gogo sebesar 265cal/cm2/hari. Intensitas cahaya kurang dari intensitas cahaya minimum akan menghambat pertumbuhan tanaman padi gogo tersebut.

4. Padi Gogo di Sulawesi Tenggara

Perbedaan antara tanaman padi ladang dengan padi gogo terletak pada lahan yang akan dipergunakan untuk menanam, padi ladang akan ditanam secara tidak menetap di lahan bekas hutan atau semak belukar, sedangkan padi gogo akan ditanam pada lahan permanen. Padi gogo yang ditanam petani adalah kultivar lokal, umurnya lima hingga enam bulan ditanam secara turun temurun. Penanaman dilakukan pada akhir bulan Agustus sampai awal September karena sudah memasuki awal musim penghujan. Panen dilakukan pada bulan Febuari sampai awal bulan Maret. Kultivar lokal mempunyai daya adaptasi yang sudah sesuai bagi kondisi lingkungan tempat tumbuhnya.

Potensi lahan kering dataran rendah di Indonesia terdapat lebih dari 50 juta hektar dan yang sesuai untuk pengembangan tanaman pangan mencapai 35 juta hektar. Namun yang dapat dikembangkan untuk pengembangan padi gogo hanya sekitar 5 juta hektar. Luas panen padi gogo nasional pada tahun 2007 sekitar 1,1-1,2 juta hektar (10% luas panen nasional) dengan produksi 2,88 juta ton (5% produksi nasional).

Sulawesi Tenggara memiliki lahan kering seluas 2.075.854 ha dari total lahan kering di Indonesia (122.047.924 ha). Diperkirakan sekitar 60,7 juta hektar atau 88,6% tersebar pada daerah beriklim basah dengan bahan induk miskin unsur hara dan produktivitas rendah yang didominasi oleh jenis tanah ultisol. Menurut Sadimantara dan Muhidin (2012) lahan kering yang berpotensi untuk pengembangan tanaman

pangan mencapai 35 juta hektar dari luasan 50 juta hektar. Lahan kering yang telah dimanfaatkan di Sulawesi Tenggara untuk pertanaman padi gogo seluas 10.620 ha yang tersebar di wilayah Konawe Selatan, Bombana, Muna, Buton Utara, dan Bau-Bau.

Data BPS Sulawesi Tenggara tahun 2013 hingga tahun 2015 menunjukkan luas pertanaman padi gogo pada tahun 2014 adalah 6.858 ha, hanya 5% dibandingkan luas pertanaman padi sawah. Luas pertanaman ini mengalami penurunan dibandingkan tahun 2012 dan 2013 yaitu 9.986 ha dan 10.243 ha. Kontribusi padi gogo terhadap luas pertanaman padi di Sulawesi Tenggara baru sebesar 4,88% dari total penanaman padi yang ada. Kontribusi produksi padi gogo tahun 2014 baru mencapai 3,28% dari 657.617 ton produksi padi di Sulawesi Tenggara.

Produksi padi termasuk padi gogo di Sulawesi Tenggara perlu makin ditingkatkan. Produktivitas padi gogo di Sulawesi Tenggara baru mencapai 24,27 $ku.ha^{-1}$ masih jauh lebih rendah dari produktivitas padi sawah nasional rata-rata sebesar 4,75 $t.ha^{-1}$. Sulawesi Tenggara masih mendatangkan pasokan beras dari daerah lain dari tahun ke tahun. Sampai tahun 2010 Sulawesi Tenggara masih mendapat pasokan beras dari daerah lain sebanyak 23.850,01 ton, bahkan pada tahun 2011 selain mendatangkan dari daerah lain di Indonesia, Sulawesi Tenggara juga mengimport beras sebanyak 3.600 ton (BPS Sulawesi Tenggara, 2008; 2009; 2010; 2011 dan 2012). Produksi padi gogo dapat ditingkatkan melalui intensifikasi seperti penggunaan pupuk dan varietas berdaya hasil tinggi dan ekstensifikasi dengan perluasan areal

penanaman padi gogo. Potensi pengembangan padi gogo beras merah di Sulawesi Tenggara masih terbuka dan terdapat hampir 600.000 hektar lahan kering yang dapat dikembangkan untuk padi gogo.

Selain masalah kesuburan tanah, penggunaan kultivar unggul juga menjadi penyebab rendahnya produktivitas padi gogo dibandingkan padi sawah. Kultivar unggul merupakan salah satu teknologi yang berperan penting dalam peningkatan kuantitas dan kualitas produk pertanian. Kontribusi nyata varietas unggul terhadap peningkatan produksi padi nasional antara lain tercermin dari pencapaian swasembada beras pada tahun 1984. Hal ini terkait dengan sifat-sifat kultivar unggul padi gogo antara lain berdaya hasil tinggi, tahan terhadap penyakit, umur genjah, sehingga sesuai dikembangkan dalam pola tanam tertentu, dan rasa nasi enak (pulen) dengan kadar protein relatif tinggi. Oleh karena itu, padi gogo memiliki potensi bagi perkembangan suatu usaha pertanian baik secara teknis maupun ekonomis.

Peningkatan produksi di lahan marjinal dapat dicapai dengan masukan teknologi budidaya yang tepat melalui perbaikan kualitas dan kesuburan tanah. Pengembangan padi gogo berpotensi memiliki produksi tinggi untuk melestarikan potensi genetik padi gogo lokal yang sudah mengalami erosi genetik, apalagi padi gogo lokal yang dari segi aroma dan citarasa lebih disukai masyarakat serta penerimaan pasar terhadap produk padi gogo tersebut lebih tinggi dibandingkan dengan produksi padi sawah. Meskipun padi gogo lokal memiliki sifat-sifat berumur panjang (150-180 hari), tinggi tanaman mencapai >150

cm, anakan sedikit <8 batang, malai sedang, daun panjang terkulai, berwarna hijau muda, kurang respon terhadap pemupukan terutama nitrogen dan indeks panen sekitar 0,3.

Kultivar lokal mulai dikembangkan pemerintah di Sulwesi Tenggara. Petani ladang di Sulawesi Tenggara khususnya di Kabupaten Buton Utara telah lama mengembangkan kultivar padi gogo lokal, salah satunya adalah beras merah wakawondu telah dikenal masyarakat luas baik tingkat daerah maupun tingkat nasional dari segi aroma dan cita rasa yang khas. Berdasarkan hasil penelitian Budianti (2015) yang telah dilakukan dalam mengevaluasi stabilitas 22 jenis kultivar padi gogo lokal yang berasal dari berbagai wilayah kabupaten Buton Utara yang berdaya hasil dan bermutu tinggi, toleran terhadap kekeringan, tahan terhadap beberapa jenis hama dan penyakit, memerlukan input pupuk yang rendah sehingga dengan harapan padi gogo lokal setempat dapat meningkatkan ekonomi masyarakat dan pendapatan asli daerah.

5. Padi Beras Merah

Padi beras merah tergolong dalam famili Gramineae, sub famili Oryzaidae, spesies *Oryza sativa*. Padi spesies *Oryza sativa* L. digolongkan menjadi tiga ras atau sub spesies yaitu ras/sub spesies indica, japonica dan javanica. Ras indica dalam bahasa populernya disebut padi cere atau cempo. Ras japonica dan javanica disebut padi bulu atau gundil .

Padi beras merah (*Oryza sativa*) ialah bahan pangan pokok yang bernilai kesehatan tinggi. Beras merah merupakan sumber karbohidrat, disamping itu merupakan sumber protein dan mineral seperti selenium

yang dapat meningkatkan daya tahan tubuh, serta sumber vitamin B yang dapat menyehatkan sel-sel syaraf dan sistem pencernaan. Beras merah juga memiliki kandungan serat yang tinggi sehingga dapat mencegah konstipasi. Serat beras merah relatif mudah diserap usus dibanding gandum, sehingga dapat meringankan beban usus dalam melakukan gerakan peristaltik dan melancarkan sistem pencernaan. Selain mengandung karbohidrat, lemak, protein, serat dan mineral, beras merah juga mengandung antosianin. Antosianin merupakan pigmen merah yang terkandung pada perikarp dan tegmen (lapisan kulit) beras, atau dijumpai pula pada setiap bagian gabah. Pigmen antosianin pada beras diidentifikasi sebagai sianidin. Pigmen ini dikendalikan oleh gen yang bersifat tunggal.

Secara kimiawi antosianin ialah turunan dari struktur aromatik tunggal yaitu sianidin yang terbentuk dari pigmen sianidin dengan penambahan atau pengurangan gugus hidroksil, metilasi atau glikosilasi. Antosianin ialah senyawa fenolik yang termasuk kelompok flavonoid sebagai antioksidan yang potensial mencegah pembentukan radikal bebas. Berdasarkan penelitian ahli gizi, flavonoid yang dibutuhkan setiap hari sebanyak satu gram. Distribusi antosianin dalam tanaman bervariasi tergantung kepada genotipe, umur dan berbagai faktor biotik dan abiotik. Letak antosianin di vakuola epidermis sel, terdapat pada seluruh bagian tanaman seperti bunga, daun, batang, akar dan organ penyimpanan.

Kandungan antosianin pada setiap gram padi beras merah masih sangat beragam dan berkisar antara 0,34-93,5 μg. Hasil

penelitiannya Suliartini *et al*. (2015) pada beberapa padi gogo Sulawesi Tenggara menunjukkan kandungan antosianin terendah terdapat pada kultivar Waburi-buri sebesar 0,76 ppm, sedangkan tertinggi pada kultivar Pae Pulu Pongasi sebesar 147,92 ppm. Pada pengujian sebelumnya tahun 2011 pada beberapa kultivar yang berbeda diperoleh kandungan antosianin sebesar 210,5075 ppm pada Kultivar Paebiu Kolopoa.

Padi beras merah memiliki keunggulan baik dari rasa, kepulenan maupun fungsinya bagi tubuh. Keunggulan inilah yang diharapkan dapat memberikan nilai tambah bagi beras merah sehingga harga jualnya lebih tinggi dibandingkan beras putih dari varietas unggul baru (VUB).

BAB II. PERBAIKAN GENETIK

1. Induksi Mutasi

Mutasi spontan dan rekombinasi melalui hibridisasi yang diikuti dengan seleksi alam telah memberikan sumber variabilitas genetik. Variasi genetik tanaman adalah sangat penting untuk memperbaiki karakter tanaman. Mutasi spontan tidak mampu memberikan keragaman genetik secara cepat untuk membantu keperluan manusia. Oleh karena itu, kemampuan untuk menginduksi mutasi adalah suatu cara yang produktif untuk perbaikan tanaman.

Induksi mutasi sangat bermanfaat untuk mempercepat diperolehnya mutan dibandingkan pemuliaan konvensional melalui persilangan. Penggunaan induksi mutasi bukanlah sepenuhnya untuk menggantikan metode konvensional tetapi metode ini hanya untuk melengkapi atau menambah manfaat dari metode pemuliaan yang telah ada. Di Indonesia penerapan induksi mutasi pada program pemuliaan sudah mulai menampakkan hasil. Mutasi pada padi telah dilakukan di lebih dari dua puluh negara seperti Cina, India, Irak, Italia, Jepang dan Korea. Mutasi tersebut telah meningkatkan produksi, umur genjah, tahan patogen dan herbisida serta semi rendah.

Induksi mutasi pada tanaman dapat dilakukan dengan perlakuan bahan mutagen tertentu. Bahan mutagen digolongkan ke dalam dua jenis yaitu mutagen kimia dan mutagen fisika. Mutagen kimia umumnya menggunakan *ethylene scimine* (ES), *diethylsulphate* (DES), *ethylene methane sulphonate* (EMS), dan *nitroso methyl urea* (NMU)

serta kelompok azida. Mutagen fisika yang sering digunakan adalah sinar-X, gamma (Co^{60}), netron cepat (Nf), dan termal netron (Nth). Mutagen kimia beraksi dengan mengubah pasangan single basa rantai DNA, sehingga akan mengubah sekuens kode genetik dalam replikasi rantai DNA. Mutagen fisika merupakan irradiasi pengion yang dapat melepas energi sehingga menimbulkan ionisasi begitu melewati atau menembus materi yang dilewati. Apabila materi tanaman terkena irradiasi, proses ionisasi akan terjadi dalam jaringan tanaman. Selanjutnya ionisasi pada jaringan yang mengandung materi genetik dapat menimbulkan perubahan struktur dan komposisi yang sering bersifat permanen dan terwariskan ke generasi berikutnya.

Dalam banyak studi, gamma ray dan X-ray telah banyak digunakan untuk induksi mutasi. Berdasarkan jumlah mutan yang dilepas sebagai hasil mutasi induksi menunjukkan bahwa jenis mutagen dengan irradiasi sinar gamma menghasilkan jumlah kultivar paling banyak. Sinar gamma efektif menyebabkan perubahan genetik karena memiliki kemampuan penetrasi yang baik dan bersifat sebagai irradiasi pengion.

Faktor yang mempengaruhi terbentuknya mutan antara lain bagian yang diirradiasi. Pada umumnya bagian tanaman yang diirradiasi adalah biji, sedangkan tanaman yang diperbanyak secara vegetatif adalah umbi, stek, stolon, dan rimpang. Induksi mutasi pada biji telah berhasil dilakukan di Indonesia antara lain pada tanaman padi sawah, gandum dan sorgum. Dari 1.700 kultivar mutan yang dilepas, kultivar yang berbiak dengan biji ialah kultivar terbanyak.

Dosis mutagen juga mempengaruhi terbentuknya mutan solid. Dosis mutagen adalah sejumlah energi yang diserap oleh material. Unit pengukuran dosis irradiasi adalah Gray (Gy). Dosis irradiasi dikelompokkan dalam tiga kategori: tinggi (>10 kGy), sedang (1-10 kGy), dan dosis rendah (<1 kGy). Dosis rendah biasanya diterapkan untuk perlakuan biji. Pada bahan material yang ditumbuhkan secara *in vitro*, penggunaan dosis harus sangat rendah yaitu sekitar 2-5 Gy. Pada ubi jalar, dosis 10 Gy dapat mematikan kultur kalus. Pada bawang putih, proliferasi dan regenerasi kalus terhambat pada dosis 8-10. Kacang tanah diirradiasi sinar gamma dengan dosis 250-500 Gy. Pada biji padi, dosis 200 Gy memberikan hasil terbaik untuk umur lebih pendek. Keragaman genetik sorgum Durra ditingkatkan melalui mutasi induksi dengan irradiasi sinar gamma pada dosis optimal antara 250-400 Gy. Sedangkan dosis optimal irradiasi sinar gamma untuk pemuliaan gandum berkisar antara 200-350 Gy.

Tanaman memiliki kepekaan yang berbeda terhadap irradiasi, bahkan antar kultivar dalam satu spesies juga memiliki kepekaan yang berbeda. Sebagai akibatnya, setiap varietas memiliki lethal dosis 50 yang berbeda, yang menyebabkan kematian pada tanaman sebanyak lima puluh persen. Penelitian LD 50 telah dilakukan pada beberapa tanaman antara lain ubi kayu, padi sawah dan tunas adventif nilam. Tetapi hingga saat ini belum ada informasi mengenai LD 50 pada padi beras merah khususnya padi gogo beras merah.

2. Induksi Mutasi dengan Irradiasi Sinar Gamma

Mutasi induksi mulai diperkenalkan sejak berdirinya instalasi sinar Cobalt- 60 (Co^{60}) di Pusat Aplikasi Isotop dan Irradiasi Pasar Jum'at pada tahun 1967. Program pemuliaan mutasi secara intensif diprioritaskan pada perbaikan tanaman padi yakni umur genjah, tahan terhadap serangan patogen, dan kekeringan serta perbaikan kualitas biji. Kemudian diikuti pemuliaan mutasi untuk perbaikan tanaman palawija, perkebunan dan hortikultura.

Sinar gamma merupakan irradiasi elektromagnetik berenergi tinggi, tidak bermuatan, dan tidak bermassa. Irradiasi elektromagnetik dengan panjang gelombang sangat pendek itu dipancarkan oleh inti atom tidak stabil yang bersifat radioaktif yaitu Co^{60}. Co^{60} digunakan dalam berbagai aplikasi di bidang kesehatan, pertanian, maupun pangan. Sinar gamma merupakan salah satu irradiasi pengion yang efektif untuk menginduksi mutasi. Secara global sinar gamma telah terbukti paling efektif dan efisien dalam menghasilkan varietas mutan unggul berbagai jenis tanaman.

Penelitian irradiasi tanaman untuk mendapatkan varietas unggul relatif masih sangat terbatas dibandingkan dengan teknik konvensional atau rekayasa genetika. Sampai dengan tahun 2000, Indonesia baru menghasilkan 6 mutan padi, 3 mutan kedelai, 1 mutan kacang hijau dan 1 mutan tembakau, sedangkan Cina telah melepas kultivar mutan sejumlah 605 dan India sejumlah 259 mutan.

Irradiasi sinar gamma pada biji padi sawah dapat meningkatkan keragaman genotipik. Irradiasi sinar gamma menyebabkan efek yang

nyata pada tinggi tanaman, panjang malai dan jumlah gabah. Pada dosis 100-1000 Gy, tanaman generasi pertama ada yang lebih tinggi dan ada pula yang lebih pendek dibandingkan kontrol. Panjang malai tanaman generasi pertama menjadi lebih pendek pada dosis 100, 500, 800, dan 1000 Gy. Demikian juga halnya dengan banyaknya jumlah gabah per malai yang umumnya menurun kecuali dosis 100, 200, 400 dan 600 Gy. Disisi lain pemberian irradiasi sinar gamma tidak memperlihatkan efek terhadap warna daun, batang dan gabah.

Irradiasi sinar gamma menghasilkan mutan positif pada tanaman padi gogo. Pemberian dosis 200 Gy memberikan hasil gabah isi paling banyak dan dosis 900 Gy menghasilkan gabah isi paling sedikit. Irradiasi biji sorgum pada dosis optimal 250-400 Gy menghasilkan sejumlah galur mutan sorgum tahan kekeringan yang memiliki keunggulan sifat agronomi seperti *semi-dwarf*, kegenjahan, bentuk/ukuran malai dan biji, warna biji, produksi biomasa dan biji, serta indeks kekeringan (*drought index*). Perbaikan tanaman melalui mutasi dengan sinar gamma telah dilakukan Singh dan Balyan (2009) pada gandum (*Triticum aestivum* L.) cv. Kharchia 65 dosis 100-400 Gy mampu mengurangi tinggi tanaman dan memperbaiki kualitas biji. Di Cina telah dilakukan irradiasi pada kacang tanah dengan dosis 250-500 Gy. Hasil irradiasi tersebut telah dapat meningkatkan produksi, umur genjah, kadar minyak tinggi, serta menghasilkan tipe kerdil.

3. Metode Pemuliaan Mutasi

Pemuliaan tanaman merupakan ilmu pengetahuan yang bertujuan untuk memperbaiki sifat tanaman, baik secara kualitatif

maupun kuantitatif. Pemuliaan tanaman akan berhasil jika di dalam populasi tersebut terdapat banyak variasi genetik. Variasi genetik dapat diperoleh dengan beberapa cara, yaitu koleksi, introduksi, hibridisasi, dan induksi mutasi. Pemuliaan tanaman secara konvensional dilakukan antara lain dengan hibridisasi, sedangkan pemuliaan secara mutasi dapat diinduksi dengan mutagen fisik atau mutagen kimia.

Mutasi memiliki arti penting bagi pemuliaan tanaman, yaitu (1) Irradiasi memungkinkan untuk meningkatkan hanya satu karakter yang diinginkan saja, tanpa mengubah karakter yang lainnya; (2) Tanaman yang secara umum diperbanyak secara vegetatif pada umumnya bersifat heterozigot yang dapat menimbulkan keragaman yang tinggi setelah dilakukannya irradiasi (Melina, 2008). Selain itu irradiasi merupakan salah satu cara yang dapat dilakukan untuk meningkatkan keragaman pada tanaman yang steril dan apomiksis. Induksi mutasi merupakan salah satu metode yang efektif untuk meningkatkan keragaman tanaman.

Mutasi pada tanaman dapat menimbulkan abnormalitas. Hal ini menandakan telah terjadi perubahan pada tingkat genom, kromosom, dan DNA sehingga proses fisiologis pada tanaman menjadi tidak normal dan menghasilkan

variasi-variasi genetik baru. Abnormalitas atau bahkan kematian pada populasi mutan generasi pertama merupakan akibat dari terbentuknya radikal bebas seperti OH, yaitu ion yang bersifat sangat labil dalam proses reaksi sehingga mengakibatkan perubahan pada tingkat DNA, sel ataupun jaringan.

Perubahan genetik akibat induksi mutasi dapat berupa perubahan ke arah positif atau ke arah negatif. Mutasi ke arah negatif mungkin dapat menyebabkan kematian (*lethality*), ketidaknormalan (*abnormality*) atau sterilitas (*sterility*). Namun demikian, efek sterilitas dari mutasi sering diperlukan dalam pembentukan tanaman hibrida seperti pada padi dan jagung. Begitu pula efek ketidaknormalan pada tanaman hias akibat mutasi yang memberikan keunikan yang bernilai ekonomi. Perubahan genetik yang diharapkan adalah mutasi ke arah positif dan diwariskan, yang dapat menimbulkan keragaman pada sifat yang akan diseleksi sehingga sifat atau karakter yang lebih baik dapat diseleksi, sementara karakter yang baik pada tanaman/varietas asal tetap dipertahankan. Mutasi ini akan meningkatkan keragaman genetik yang diinginkan sehingga mendukung perolehan varietas unggul baru.

Secara umum skema pemuliaan mutasi dimulai dengan perlakuan biji seragam (M0) dengan mutagen kimia atau mutagen fisik. Biji yang telah dimutasi disebut biji M1. Selanjutnya biji M1 ditanam di lapangan atau rumah kaca. Pada pertanaman generasi M1 terlihat pengaruh mutagen seperti kimera dan sterilitas. Biji yang dihasilkan pada pertanaman M1 disebut biji generasi M2. Pada pertanaman M2 terlihat pengaruh mutagen yaitu mutan-mutan resesif dan sterilitas. Uji homogenitas atau pemurnian mutan hasil seleksi pada pertanaman M2 dimulai pada generasi M3 atau generasi selanjutnya (M4). Uji homogenitas mutan terseleksi dilanjutkan pada generasi M4 disertai dengan evaluasi pendahuluan dan perbanyakan biji. Pada generasi selanjutnya dilakukan uji daya hasil dan multi lokasi yang diikuti

dengan pelepasan varietas secara langsung atau digunakan sebagai tetua persilangan.

Seleksi fertilitas dapat segera dimulai pada generasi M1 atau pada kasus mutasi induksi berulang, dapat diulangi pada setiap generasi. Seleksi mutan secara umum dimulai pada generasi M2. Mutan dominan diidentifikasi pada generasi M1 sedangkan mutan resesif diamati setelah selfing untuk menghasilkan generasi M2.

4. Perubahan Sel dan Inti Akibat Irradiasi

4.1. Mutasi Genom (*Genome Mutation*)

Perubahan dalam jumlah kromosom dasar bervariasi dari penambahan atau pengurangan satu atau beberapa kromosom sampai perubahan pada seluruh set kromosom. Poliploidi pada tanaman mencerminkan bahwa satu atau lebih set kromosom ditambahkan pada kromosom diploid misalnya triploid disimbolkan 2x+x=3x, tetraploid 2x+2x=4x (dimana x adalah jumlah kromosom dasar). Haploidi (dari diploidi) atau polihaploidi (dari poliploidi) mencerminkan status tanaman yang memiliki separuh dari jumlah kromosom normal misalnya 2x-->x, 4x-->2x dan seterusnya. Aneuploidi mencerminkan status tanaman yang memiliki penambahan atau pengurangan kromosom dari pasangan normalnya, misalnya 2x+1, 2x–1, 3x+1, 4x–1, 4x+2 dan sebagainya.

Haploid, triploid dan tetraploid telah dilaporkan sebagai hasil dari perlakuan dengan irradiasi. Pengaruh mutagen fisika (irradiasi sinar gamma) pada mutasi genom telah dilaporkan pada mutan tanaman barley, dimana terjadi perubahan genom tanaman menjadi aneuploidi.

Aneuploidy dapat dihasilkan dari nondisjunction atau dari benang spindle yang tidak normal.

4.2. Mutasi Kromosom (*Chromosome Mutation*)

Pengaruh bahan mutagen, khususnya irradiasi, yang paling banyak terjadi pada kromosom tanaman adalah putusnya benang kromosom (*chromosome breakage*). Perubahan struktur kromosom dimulai dengan pematahan secara fisik yang disebabkan oleh irradiasi ionisasi. Putusnya benang kromosom dibagi dalam 4 kelompok yaitu translokasi (*translocations*), inversi (*inversions*), duplikasi (*duplications*), dan defisiensi (*deficiencies*).

Translokasi terjadi apabila dua benang kromosom patah setelah terkena energi irradiasi, kemudian patahan benang kromosom bergabung kembali dengan cara baru. Patahan kromosom yang satu berpindah atau bertukar pada kromosom yang lain sehingga terbentuk kromosom baru yang berbeda dengan kromosom aslinya. Translokasi dapat terjadi baik di dalam satu kromosom (*intrachromosome*) maupun antar kromosom (*interchromosome*). Translokasi sering mengarah pada ketidakseimbangan gamet sehingga dapat menyebabkan kemandulan (*sterility*) karena terbentuknya *chromatids* dengan duplikasi dan penghapusan. Sebagai akibatnya, pemasangan dan pemisahan gamet jadi tidak teratur sehingga kondisi ini menyebabkan terbentuknya tanaman aneuploidi. Translokasi dilaporkan telah terjadi pada tanaman *Aegilops umbellulata* dan *Triticum aestivum* yang menghasilkan mutan tanaman tahan penyakit.

Inversi terjadi karena kromosom patah dua kali secara simultan setelah terkena energi irradiasi dan segmen yang patah tersebut berotasi 180° dan menyatu kembali. Kejadian bila sentromer berada pada bagian kromosom yang terinversi disebut *pericentric*, sedangkan bila sentromer berada di luar kromosom yang terinversi disebut *paracentric*. Inversi *pericentric* berhubungan dengan duplikasi atau penghapusan chromatid yang dapat menyebabkan aborsi gamet atau pengurangan frequensi rekombinasi gamet. Perubahan ini akan ditandai dengan adanya aborsi tepung sari atau biji tanaman, seperti dilaporkan terjadi pada tanaman jagung dan barley. Inversi dapat terjadi secara spontan atau diinduksi dengan bahan mutagen, dan dilaporkan bahwa sterilitas biji tanaman heterozigot dijumpai lebih rendah pada kejadian inversi daripada translokasi.

Duplikasi menampilkan cara peningkatan jumlah gen pada kondisi diploid. Duplikasi dapat terjadi melalui beberapa cara yaitu: pematahan kromosom yang kemudian diikuti dengan transposisi segmen yang patah, penyimpangan dari mekanisme *crossing-over* pada *meiosis* (fase pembelahan sel), sebagai konsekuensi dari inversi heterozigot, dan sebagai konsekuensi dari perlakuan bahan mutagen. Beberapa kejadian duplikasi telah dilaporkan dapat meningkatkan viabilitas tanaman. Pengaruh irradiasi terhadap duplikasi kromosom telah banyak dipelajari pada berbagai jenis tanaman seperti jagung, kapas, dan barley.

Defisiensi adalah penghilangan satu atau lebih segmen gen pada kromosom. Penghilangan dapat terjadi pada segmen panjang lengan

kromosom seperti yang dilaporkan pada tanaman gandum. Tergantung pada gen dan tingkat ploidi, defisiensi dapat menyebabkan kematian atau menurunkan viabilitas. Pada tanaman defisiensi yang ditimbulkan oleh perlakuan bahan mutagen (irradiasi) sering ditunjukkan dengan munculnya mutasi klorofil. Kejadian mutasi klorofil biasanya dapat diamati pada stadia muda (*seedling stage*), yaitu dengan adanya perubahan warna pada daun tanaman.

4.3. Mutasi Gen (*Gene or Point Mutation*)

Sesuai dengan konsep genetika, informasi genetik tersimpan dalam rangkaian polinukleotida yang membentuk struktur pilitan ganda (*double helix*) disebut DNA (RNA dalam kasus beberapa virus). Empat nukleotida yang berbeda terdiri dari basa purin (adenin dan guanin) dan pirimidin (timin dan sitosin), dihubungkan bersama melalui ikatan fosfat dan gula (deoxyribose). Mutagen tertentu dapat menginduksi perubahan spesifik susunan pasangan basa dalam struktur DNA yang terjadi secara acak. Perubahan yang terjadi disebut mutasi gen yang digolongkan menjadi dua kategori yaitu *microlesions* dan *macrolesions*. Microlesions adalah mutasi dimana terjadi substitusi pasangan basa, transisi atau transversi pasangan basa, dan penyisipan baru pasangan basa. Macrolesions adalah mutasi dimana terjadi penghapusan, duplikasi atau penyusunan kembali pasangan basa. Mutasi microlesions sering juga disebut mutasi titik (*point mutation*).

Mutagen kimia biasanya erat berhubungan dengan mutasi microlesions sedangkan mutagen fisik (irradiasi) dengan mutasi macrolesions. Irradiasi pengion menyebabkan mutasi dengan memutus

ikatan kimia pada molekul DNA, delesi sebuah nukleotida atau mengganti nukleotida dengan yang baru. Mutasi gen umumnya meningkat secara linier dengan meningkatnya dosis mutagen. Mutasi gen sering berasosiasi dengan fenomena sterilitas dan kematian, seperti misalnya dalam pengaruhnya mencegah terbentuknya bivalensi dalam meiosis. Pada mutan homozigot hal ini sangat berpengaruh terhadap penurunan produktivitas dan daya saing mutan sehingga dapat merugikan. Namun pada mutan heterozigot, mutasi gen dapat mengarah pada peningkatan viabilitas dan daya saing mutan, seperti yang telah diteliti dan dilaporkan pada tanaman jagung, barley, padi, tanaman bunga dan sebagainya.

4.4. Mutasi di luar Inti Sel (*Extranuclear Mutation*)

Pada kenyataannya tidak semua materi genetik (DNA) berada di dalam inti sel (*nucleus*). Hal tersebut terbukti setelah peneliti menjumpai bahwa beberapa sifat tanaman diturunkan dengan tidak mengikuti pola hukum Mendel. Sampai pada akhirnya diketahui penurunan sifat lebih dikontrol oleh gen-gen yang berada di luar inti sel atau sitoplasma, dan penurunan sifat model ini dikenal dengan istilah *extranuclear inheritance*. Di dalam sitoplasma sel terdapat banyak organel diantaranya kloroplas (*chloroplast*) dan mitokondria (*mitochondria*) yang masing-masing berfungsi dalam proses fotosintesis dan sintesis adenosin triphosfat (ATP).

Kloroplas dan mitokondria mengandung materi genetik yang juga dapat termutasi. Mutasi gen kloroplas atau mitokondria sering disebut mutasi di luar inti atau *extranuclear mutation*. Mutasi pada gen

kloroplas dapat menyebabkan kerusakan gen mutan (*defective mutant genes*) yang kemudian dapat mengganggu proses fotosintesis pada daun. Mutasi gen kloroplas sering diekspresikan dengan munculnya gejala warna belang pada daun tanaman, misalnya warna belang hijau-putih pada tanaman *Pelargonium* dan *Mirabilis jalapa* (bunga pukul empat). Warna belang pada daun sering memiliki nilai seni dan nilai ekonomis tersendiri bagi pemulia tanaman. Oleh karena itu, mutasi tipe ini sangat bermanfaat dalam pemuliaan tanaman hias (*ornamental crops*).

Mutasi di luar inti sel sering pula menimbulkan gejala pertumbuhan kerdil (*dwarf growth*), perubahan morfologi bunga dan penyimpangan morfologi lainnya, dan ketahanan terhadap herbisida, yang biasanya disandikan oleh gen mitokondria. Dalam beberapa studi, mutasi pada mitokondria gen telah menghasilkan tanaman jagung yang tahan terhadap penyakit bercak daun (*Drechslera maydis*) dan tanaman gandum yang tahan terhadap penyakit karat (*Puccinia striiformis*).

5. Pengaruh Induksi Mutasi

Laju pertumbuhan mungkin dihambat, berhenti total, atau pada beberapa kasus dirangsang. Pertumbuhan berkurang, satu dari pengaruh umum yang tampak pada tanaman, meningkat dengan peningkatan dosis. Tetapi spesies berbeda akan berbeda pula dosis yang dibutuhkan untuk menghasilkan suatu efek yang sama.

Kemampuan reproduktif dapat menurun pada titik nol akibat perubahan gen atau kromosom. Sterilitas timbul oleh (a) pengerdilan yang parah atau penghambatan pertumbuhan yang mencegah tanaman

berbunga; (b) bunga terbentuk tetapi kehilangan struktur reproduktif penting; (c) struktur reproduktif terbentuk tetapi polen mengalami aborsi; (d) pembuahan terjadi tetapi embrio mengalami aborsi sebelum matang; atau (e) biji terbentuk tetapi gagal untuk berkecambah atau mati setelah perkecambahan.

Penampilan fenotipik tanaman M1 dapat berubah karena: (a) pada tanaman haploid disebabkan oleh mutasi; (b) pada tanaman diploid disebabkan mutasi dominan, atau jika tanaman heterozigot, disebabkan mutasi resesif atau delesi lokus dominan; (c) kimera.

6. Induksi Mutasi Untuk Peningkatan Keragaman Umur dan Hasil

Induksi mutasi dalam pengembangan tanaman telah digunakan pada beberapa jenis tanaman untuk menciptakan sumber keragaman genetik baru. Metode ini telah digunakan untuk mengembangkan berbagai varietas tanaman pada dekade (sepuluh tahun) terakhir.

Hasil penelitian El-Degwy (2013) berhasil meningkatkan keragaman umur berbunga, tinggi tanaman, fertilitas, jumlah gabah berisi permalai, jumlah anakan produktif dan produksi, tetapi tidak mampu meningkatkan keragaman panjang malai dan berat 1000 butir padi kultivar Sakha 105 pada generasi M1. Sementara Babaei *et al*. (2011) berhasil menciptakan keragaman genetik pada tiga kultivar padi Iranian (Sange-tarom, Tarom-hashemi dan Nemat).

Irradiasi sinar gamma sebagai perangkat yang efisien untuk meningkatkan keragaman genetik dan hasil biji pada varietas kacang tanah, ditunjukkan oleh hasil penelitian Tshilenge-Lukanda *et al*. (2013). Karakter agronomik meliputi hasil biji, jumlah polong

pertanaman, jumlah biji pertanaman dan berat 100 biji. Karakter morfologi meliputi diameter batang, jumlah daun pertanaman dan panjang dan lebar daun.

Strategi utama pada pemuliaan tanaman mutasi adalah untuk memperbaiki varietas adaptif dengan merubah satu atau dua sifat utama. Karakter tersebut meliputi tinggi tanaman, jumlah biji per tanaman dan ketahanan terhadap penyakit, yang berkontribusi untuk meningkatkan karakter hasil.

Hasil penelitian Muliarta (2009) pada seleksi padi sawah beras merah menunjukkan bahwa karakter total jumlah anakan per rumpun, jumlah gabah berisi per malai, total jumlah gabah per malai dan bobot 100 butir gabah dapat dipergunakan sebagai kriteria seleksi peningkatan hasil gabah padi beras merah.

Hasil penelitian Singh dan Balyan (2009) pada tanaman gandum menunjukkan adanya peningkatan hasil gandum setelah irradiasi sinar gamma. Dari 13 mutan homozigot yang tinggi tanamannya sudah berkurang, ada 3 galur yang berpotensi untuk dikembangkan lebih lanjut untuk karakter jumlah bulir per tangkai, jumlah anakan tiap tanaman dan indek panen.

Beberapa negara mengembangkan induksi mutasi untuk perbaikan hasil tanaman. Bulgaria mengembangkan 76 kultivar baru melalui induksi mutasi (fisik terutama irradiasi sinar gamma dan kimia terutama EMS, NMU dan NEU). Beberapa kultivar mutan jagung hibrid Kneja 509 dan gandum durum cv. Gergana menempati lebih dari 50% lahan pertanian di Bulgaria. Mutan gandum tidak hanya

menempati hampir seluruh area pertanian gandum tetapi juga melipatgandakan hasil selama lebih dari 30 tahun. Teknik mutasi telah berhasil menghasilkan karakter-karakter baru yang langsung berpengaruh terhadap hasil dan kualitas padi di Cina. Sejak tahun 1991 hingga 2004 Cina telah merilis 77 varietas mutan. India mengembangkan galur-galur mutan yang menunjukkan hasil signifikan superior melebihi Pusa Basmati (5,36%) dan Taroari Basmati (64,04%) menggunakan irradiasi sinar gamma (Patnaik *et al*., 2006). Indonesia sendiri, sejak tahun 1982 hingga 2004, telah merilis 14 varietas padi mutan. Salah satu karakter yang diperbaiki adalah karakter hasil. Teknik mutasi telah terbukti berguna khususnya dalam perbaikan varietas tradisional, karena teknik lainnya tidak berhasil dalam memperbaiki hasil, ketahanan terhadap penyakit, dan umur panen, sementara karakter kualitasnya tetap dijaga. Meskipun demikian, belum ada informasi yang menunjukkan dosis optimal untuk perbaikan masing-masing karakter tersebut jika hanya satu atau dua karakter yang hendak diperbaiki.

Perlakuan gamma 10, 20, 30 dan 40 krad pada Clusterbean (*Cyamopsis tetragonoloba* L. Taub) cv. RGC 936 dan HSG 365 oleh Mahla *et al*. (2010) menghasilkan 15 mutan superior untuk sifat umur panen dan hasil biji yang lebih tinggi. Galur mutan EF-29-1 memiliki hasil 0,2 $t.ha^{-1}$ lebih tinggi dibandingkan tetuanya Basmati 370 (Mikaelsen,1980). Bughio *et al*. (2010) berhasil melakukan perbaikan genetik padi lokal aromatik var. Jajai 77 melalui induksi mutasi gamma (250 Gy). Semua mutan memperlihatkan hasil dan karakter pendukung

hasil (jumlah anakan per tanaman, panjang malai, jumlah gabah berisi per malai, berat 1.000 biji dan umur berbunga) yang lebih baik dibandingkan tetua dan varietas pembandingnya. Mutan Jajai 25/A memiliki hasil 57% lebih tinggi dibandingkan tetuanya dan 33% lebih tinggi dibandingkan varieas pembanding. Tiga galur mutan kacang tanah kultivar lokal Dacca 1 dengan hasil biji terbaik diperoleh Azad *et al*. (2010) melalui irradiasi sinar gamma 200 Gy.

Perbaikan genetik padi juga sering diarahkan pada karakter umur genjah. Mutan-mutan umur lebih pendek telah menjadi perhatian utama yang menarik untuk diperbaiki. Menurut Mikaelsen (1980) adalah mungkin untuk memperpendek durasi atau masa pertumbuhan tanaman sampai 30 hari tanpa penurunan hasil. Beberapa mutan dengan umur lebih genjah telah dilepas sebagai varietas baru. Diantaranya galur mutan EF-29-1 yang berumur 18 hari lebih pendek daripada tetuanya Basmati 370. Mutan ini juga memiliki hasil biji yang lebih tinggi (3,2 $t.ha^{-1}$) dibandingkan tetuanya (3,0 $t.ha^{-1}$) melalui peningkatan berat 1000 butir dari 18,7 g menjadi 19,0 g. IRATOM-24 dan IRATOM-38 yang masak 20 dan 30 hari lebih awal dibandingkan tetuanya varietas IR8. Hasil penelitian Sobrizal (2008) pada padi sawah galur KI 2432 berhasil memperoleh mutan yang memiliki umur panen 24 hari lebih pendek dibandingkan tetuanya melalui irradiasi sinar gamma dosis 200 Gy. Perbaikan genetic kultivar Pae Pulu Pongasi dan Pae Loilo asal Sulawesi Tenggara melalui induksi memperoleh sepuluh mutan kandidat galur unggul yang memiliki umur lebih genjah dan produksi lebih tinggi dibandingkan tetua asalnya.

BAB III. PENYAKIT UTAMA PADI GOGO

1. Penyakit Tungro

a. Penyebab Penyakit : Dua jenis virus yaitu virus bentuk batang (RTBV: *rice tungro bacilliform virus*) dan bentuk bulat (RTSV: *rice tungro sperical virus*) yang hanya dapat ditularkan oleh wereng, terutama yang paling efisien adalah spesies wereng hijau *Nephotettix virescens*.

Gambar 23. Wereng Hijau (*Nephotettix virescens*) sebagai vektor penyakit tungro.

b. Gejala Serangan: Gejala infeksi virus tungro berupa tanaman kerdil, daun muda berwarna kuning dari ujung daun, daun yang kuning nampak sedikit melintir dan jumlah anakan lebih sedikit dibandingkan tanaman sehat. Secara umum hamparan tanaman padi terlihat berwarna kuning dan tinggi tanaman tidak rata yang terlihat spot-spot tanaman kerdil.

Besar kehilangan hasil akan tinggi dan bahkan tidak menghasilkan sama sekali bila kedua virus menginfeksi tanaman peka dan terjadi pada saat awal fase vegetatif tanaman. Kehilangan hasil terjadi karena jumlah anakan sedikit dan terganggunya fotosintesa akibat daun berwarna kuning atau tidak berklorofil yang berakibat pengisian gabah tidah sempurna.

Gambar 24. Gejala penyakit tungro pada tanaman padi.

c. Pengendalian Penyakit :

- Melakukan tanam serentak pada areal sehamparan minimal pada areal 40 ha.
- Mengatur waktu tanam dengan maksud pada saat populasi wereng hijau tinggi, tanaman telah melampaui fase vegetatif.
- Membersihkan sumber inokulum tungro seperti singgang, bibit yang tumbuh dari ceceran gabah, rumput teki dan eceng sebelum membuat pesemaian. Wereng hijau memperoleh virus dari sumber-sumber inokulum tersebut.

- Tanam varietas tahan wereng hijau atau tahan tungro.
- Tanam dengan cara jajar legowo 2 baris atau 4 baris. Pemencaran wereng hijau berkurang pada pola sebaran inang yang ditanam secara jajar legowo.
- Pada saat tanaman umur 3 mst, apabila dari petakan alamiah dengan luas kurang lebih 100m2 ditemukan 2 rumpun tanaman bergejala tungro, tanaman terancam. Lakukan secepatnya aplikasi insektisida.
- Tidak mengeringkan sawah atau paling tidak dalam kondisi air macak-macak. Sawah kering merangsang pemencaran wereng hijau yang dapat memperluas penularan.

2. Penyakit Hawar Daun Bakteri/ Kresek

a. Penyebab Penyakit : Bakteri *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*. Penyakit ini di Indonesia tersebar hampir diseluruh daerah pertanaman padi di dataran rendah maupun dataran tinggi dan selalu timbul baik pada musim kemarau maupun musim hujan. Pada musim hujan biasanya berkembang lebih baik. Kerugian hasil yang disebabkan oleh penyakit hawar daun bakteri dapat mencapai 60%. Di Indonesia hingga saat ini telah ditemukan sekitar 12 kelompok isolat (*strain*) berdasarkan virulensinya terhadap varietas padi.

Gambar 25. Bakteri *Xanthomonas oryzae* pv. *Oryzae*.

b. Gejala Serangan : Penyakit dapat terjadi pada semua stadia tanaman. Namun yang paling umum terjadi pada saat tanaman mulai mencapai anakan maksimum sampai fase berbunga. Pada stadia bibit, gejala penyakit disebut kresek, sedangkan pada stadia tanaman yang lebih lanjut, gejala disebut hawar (*blight*). Gejala diawali dengan bercak kelabu (*water soaked*) umumnya di bagian pinggir daun. Pada varietas yang rentan bercak berkembang terus, dan akhirnya membentuk hawar. Pada keadaan yang parah, pertanaman terlihat kering seperti terbakar. Kelembaban tinggi, hujan angin, dan pemupukan N yang berlebihan dapat meningkatkan keparahan penyakit.

Gambar 26. Gejala serangan penyakit hawar daun bakteri atau kresek.

c. Pengendalian Penyakit :

- Taktik pergiliran varietas tahan perlu *didesign* secara cermat, agar varietas tahan dapat berfungsi secara baik.
- Tidak menggunakan jarak tanam terlalu rapat.
- Untuk mencegah infeksi, maka bibit padi tidak dipotong pucuknya.
- Menghindari pemberian pupuk Urea dan ZA berlebihan.
- Gulma liar harus dibersihkan dan dibuang.
- Pengendalian secara kimiawi untuk penyakit hawar daun bakteri kurang efektif, lagi pula mahal biayanya.

3. Penyakit Hawar Daun Jingga/ Red Stripe

a. Penyebab Penyakit : Penyakit hawar daun jingga (HDJ) yang diduga disebabkan oleh bakteri (putih: *Pseudomonas* sp. dan kuning : *Baccilus* sp) merupakan penyakit yang relatif masih baru. Pertama ditemukan di Kabupaten Subang Jawa Barat pada MK 1987 disebut sebagai penyakit *Bacterial Red Stripe* (BRS). Sampai saat ini penyakit tersebar di hampir seluruh Pulau Jawa dan Sumatera, terutama di dataran rendah (<100 m dpl). Penyakit umumnya timbul pada saat tanaman mencapai stadia generatif, khususnya pada musim kemarau. Di Jalur Pantura Jawa Barat penyakit ini dijumpai merata di Kabupaten Karawang, Subang, Indramayu, dan Cirebon.

b. Gejala Serangan : Awal gejala penyakit berupa bercak kecil berwarna jingga, yang timbul pada helaian daun. Selanjutnya terbentuk gejala hawar mirip gejala yang ditimbulkan oleh hawar daun bakteri (BLB). Mekanisme penurunan hasil karena hawar daun jingga serupa yang disebabkan oleh hawar daun bakteri , yaitu meningkatkan gabah hampa dan gabah terisi tidak sempurna.

Gambar 27. Gejala penyakit hawar daun jingga (HDJ).

c. Pengendalian Penyakit :

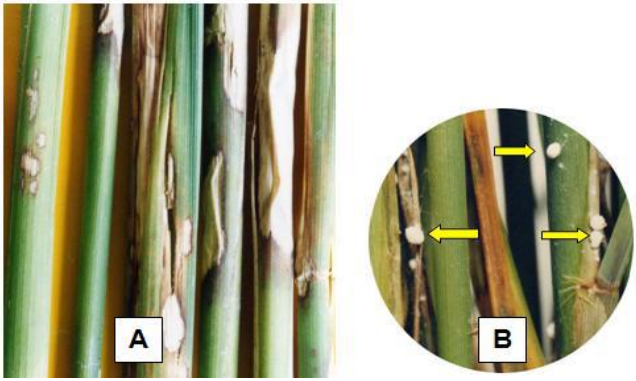
- Hasil penelitian Inlitpa Sukamandi menunjukkan bahwa satu varietas yaitu Lusi tergolong tahan, sementara tiga galur harapan yaitu S2814-2f-Kn-9-3-3, S4668-1g-1-2-2 dan S4668-1g-2-2 tergolong agak tahan.
- Pupuk yang diberikan sesuai dengan kebutuhan tanaman dan jarak tanam yang tidak terlalu rapat dapat menekan perkembangan penyakit HDJ.
- Penyakit berkembang dengan baik pada pertanaman padi yang digenang terus menerus sampai berumur 76 HST, maka pengeringan berkala pada 45-60 HST dan pada 60-75 HST ternyata dapat menurunkan intensitas penyakit HDJ.

4. Penyakit Hawar Pelepah

a. Penyebab Penyakit : Cendawan *Rhizoctonia solani*. Karena sebagai cendawan tanah, maka selain bersifat sebagai parasit juga sebagai saprofit. Pada saat tidak ada tanaman padi, cendawan ini dapat menginfeksi beberapa gulma di pematang dan tanaman palawija yang biasanya digunakan untuk pergiliran tanaman seperti jagung dan kacang-kacangan. Cendawan bertahan di tanah dalam bentuk sklerosia maupun miselium yang dorman. Sklerosia banyak terbentuk pada tumpukan jerami sisa panen maupun pada seresah tanaman lain. Selama pengolahan tanah sklerosia tersebut dapat tersebar ke seluruh petakan sawah dan menjadi inokulum awal penyakit pada musim tanam berikutnya.Fenomena ini menunjukkan bahwa sumber inokulum penyakit hawar pelepah selalu tersedia sepanjang musim.

b. Gejala Serangan : Gejala penyakit berawal pada bagian pelepah dekat permukaan air. Gejala berupa bercak-bercak besar berbentuk jorong, tepi tidak teratur berwarna coklat dan bagian tengah berwarna putih pucat. Semenjak dikembangkan varietas padi yang beranak banyak dan didukung oleh pemberian pupuk yang berlebihan terutama nitrogen, serta cara tanam dengan jarak yang rapat menyebabkan perkembangan hawar pelepah semakin parah. Kehilangan hasil padi

akibat penyakit hawar pelepah dapat mencapai 30%. Penyakit mulai terlihat berkembang di sawah pada saat tanaman padi stadia anakan maksimum dan terus berkembang sampai menjelang panen, namun kadang-kadang tanaman padi di pembibitan dapat terinfeksi parah.



Gambar 28. Bagian A, gejala penyakit hawar pelepah. Bagian B, sklerosia *R. solani* pada permukaan pelepah dauan.

c. Pengendalian Penyakit :

- Penerapan jarak tanam tidak terlalu rapat, pemupukan komplit dengan pemberian nitrogen sesuai kebutuhan, serta didukung oleh cara pengairan berselang.
- Sanitasi terhadap gulma-gulma disekitar sawah untuk mengurangi sumber inokulum.

- Penggunaan bahan organik yang sudah terdekomposisi sempurna (kompos jerami dengan C/N rasio ±10) dengan dosis 2 ton/ha, dapat menekan perkecambahan sklerosia di dalam tanah dan menghambat laju perkembangan penyakit hawar pelepah di pertanaman.
- Pemanfaatan beberapa bakteri antagonis dapat mengurangi tingkat keparahan hawar pelepah.
- Penggunaan fungisida berbahan aktif benomyl, difenoconazol, mankozeb, dan validamycin

5. Penyakit Busuk Batang

a. Penyebab Penyakit: Cendawan *Helminthosporium sigmoideum*. Cendawan menghasilkan sklerosia yang berbentuk bulat kecil berwarna hitam. Sklerosia banyak terdapat pada bagian dalam batang padi yang membusuk. Sklerosia banyak terdapat pada bagian dalam batang padi yang membusuk. Selama kondisi lingkungan kurang menguntungkan, cendawan menghasilkan sklerosia secara berlimpah sebagai alat untuk bertahan hidup. Sklerosia tersimpan dalam tunggul dan jerami sisa panen. Selama pengolahan tanah sklerosia tersebut dapat tersebar ke seluruh petakan sawah dan menjadi inokulum awal penyakit busuk batang pada musim tanam berikutnya.

b. Gejala Serangan: Gejala penyakit diawali dengan bercak kecil kehitaman pada pelepah bagian luar di atas batas permukaan air, selanjutnya bercak membesar. Cendawan penyebab penyakit menembus bagian dalam pelepah dan menginfeksi batang sehingga menyebabkan busuk pada batang dan pelepah. Pada musim hujan, lebih dari 60% tanaman padi dapat mengalami rebah akibat infeksi yang menyebabkan persentase gabah hampa meningkat. Kehilangan hasil padi akibat penyakit busuk batang 25-30%. Penyakit ditemukan lebih parah pada varietas padi beranak banyak yang ditanam pada lokasi kahat kalium serta berdrainase jelek.

Gambar 29. Gejala penyakit busuk batang padi.

c. Pengendalian Penyakit :

- Jerami dan tunggul dari tanaman yang terinfeksi diangkut keluar petakan sawah dan dibakar.

- Memilih varietas padi yang tidak mudah rebah.
- Pengeringan sawah secara berkala.
- Pemupukan lengkap dan nitrogen diberikan sesuai kebutuh tanaman, serta jarak tanam tidak terlalu rapat.
- Aplikasi fungisida berbahan aktif difenoconazol.

6. Penyakit Blas

a. Penyebab Penyakit : Cendawan *Pyricularia grisea*. Konidia dibentuk dan dilepas waktu malam, meskipun sering terjadi siang hari sehabis turun hujan. Konidium hanya dilepaskan jika kelembaban nisbi udara lebih tinggi dari 90%. Pelepasan terjadi secara eksplosif, karena pecahnya sel kecil di bawah konidium sebagai akibat dari pengaruh tekanan osmotik. Penetrasi kebanyakan terjadi secara langsung dengan menembus kutikula. Permukaan atas daun dan daun-daun yang lebih muda lebih mudah dipenetrasi. Patogen dapat mempertahankan diri pada sisa-sisa tanaman dan gabah dalam bentuk miselium dan konidium. Penyebaran konidia melalui angin.

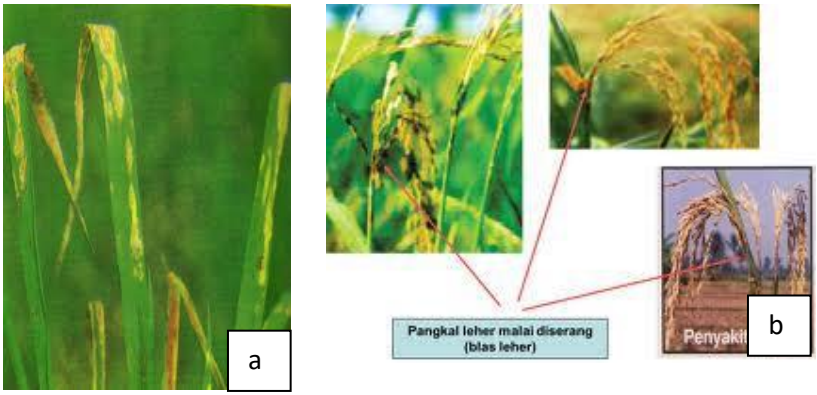
Jangka waktu pengembunan atau air hujan merupakan kondisi yang sangat menentukan bagi konidium yang menempel pada permukaan daun untuk berkecambah dan selanjutnya menginfeksi jaringan tanaman. Bila

kondisi sangat baik yaitu periode basah lebih dari 5 jam, sekitar 50% konidium dapat menginfeksi jaringan tanaman dalam waktu 6-10 jam. Suhu optimum untuk perkecambahan konidium dan pembentukan apresorium adalah 25-28^0 C.

b. **Gejala Serangan:** Pada tanaman stadium vegetatif biasanya menginfeksi bagian daun, disebut blas daun (*leaf blast*). Pada stadium generatif menginfeksi daun dan menginfeksi leher malai disebut blas leher (*neck blast*). Gejala penyakit blas dapat timbul pada daun, batang, malai, dan gabah, tetapi yang umum adalah pada daun dan pada leher malai. Gejala pada daun berupa bercak-bercak berbentuk seperti belah ketupat dengan ujung runcing. Pusat bercak berwarna kelabu atau keputih-putihan dan biasanya mempunyai tepi coklat atau coklat kemerahan. Gejala penyakit blas yang khas adalah busuknya ujung tangkai malai yang disebut busuk leher (*neck rot*). Tangkai malai yang busuk mudah patah dan menyebabkan gabah hampa. Pada gabah yang sakit terdapat bercak-bercak kecil bulat.

Kelebihan nitrogen dan kekurangan air menambah kerentanan tanaman, karena kedua faktor tersebut menyebabkan kadar silikon tanaman rendah. Kandungan silikon dalam jaringan tanaman menentukan ketebalan dan kekerasan dinding sel sehingga mempengaruhi

terjadinya penetrasi patogen kedalam jaringan tanaman. Tanaman padi yang berkadar silikon rendah akan lebih rentan terhadap infeksi patogen. Pupuk nitrogen berkorelasi positif terhadap keparahan penyakit blas. Artinya makin tinggi pupuk nitrogen keparahan penyakit makin tinggi.



Gambar 30. Gejala serangan penyakit blas (a) pada daun dan (b) pangkal malai .

c. Pengendalian Penyakit :

- Penggunaan varietas tahan antara lain Limboto, Way Rarem, dan Jatiluhur. Patogen *P. grisea* sangat mudah membentuk ras baru yang lebih virulen (ganas) dan ketahanan varietas sangat ditentukan oleh dominasi ras patogen. Hal ini menyebabkan penggunaan varietas tahan sangat dibatasi oleh waktu dan tempat. Artinya varietas yang semula tahan akan menjadi rentan setelah ditanam beberapa musim dan

varietas yang tahan disatu tempat mungkin rentan di tampat lain. Ketahanan varietas yang hanya ditentukan oleh satu gen (*monogenic resistant*) mudah terpatahkan. Untuk itu pembentukan varietas tahan yang memiliki lebih dari satu gen tahan (*polygenic resistant*) sangat diperlukan. Pergiliran varietas dengan varietas unggul lokal yang umumnya tahan terhadap penyakit blas sangat dianjurkan.

- Penyakit blas merupakan penyakit yang terbawa benih (*seed borne pathogen*), maka untuk mencegah penyakit blas dianjurkan tidak menggunakan benih yang berasal dari daerah endemis penyakit blas.
- Beberapa jenis fungisida yang dianjurkan untuk mengendalikan penyakit blas antara lain Topsin 500 F, Topsin 70 WP, Kasumiron 25/1 WP, dan Delsene MX 80 WP.

7. Penyakit Bercak Daun Cercospora

a. Penyebab Penyakit: Cendawan *Cercospora oryzae*. Jamur penyebab penyakit bercak daun mengadakan penetrasi ke jaringan melalui stomata. Miselia berkembang di dalam jaringan parenkhima dan di dalam sel-sel epidermis. Jamur mampu bertahan dalam jerami atau daun sakit. Perkembangan penyakit bercak daun cercospora sangat dipengaruhi oleh faktor ketahanan

varietas dan pemupukan. Varietas tahan sangat efektif menekan perkembangan penyakit bercak daun cercospora. Pada varietas yang tahan, bercak lebih sempit, lebih pendek, dan lebih tua warnanya.

b. **Gejala Serangan:** Gejala penyakit timbul pada daun berupa bercak-bercak sempit memanjang, berwarna coklat kemerahan, sejajar dengan ibu tulang daun, dengan ukuran panjang kurang lebih 5 mm dan lebar 1-1,5 mm. Banyaknya bercak makin meningkat pada waktu tanaman membentuk anakan. Pada serangan yang berat bercak-bercak terdapat pada upih daun, batang, dan bunga. Pada saat tanaman mulai masak gejala yang berat mulai terlihat pada daun bendera dan gejala paling berat menyebabkan daun mengering. Infeksi yang terjadi pada pelepah dan batang meyebabkan batang dan pelepah daun busuk sehingga tanaman menjadi rebah. Penyakit bercak daun cercospora merupakan penyakit yang sangat merugikan terutama pada sawah tadah hujan yang kahat kalium.

Gambar 31. Gejala penyakit bercak daun cercospora

c. Pengendalian Penyakit

- Hasil pengamatan lapangan menunjukkan bahwa varietas Ciherang dan Membramo tergolong tahan, sedang IR64 dan Widas rentan.
- Pemupukan N,P, dan K sangat efektif menekan perkembangan penyakit.
- Penyemprotan fungisida *difenoconazol* satu kali dengan dosis 1 cc/1 liter air dengan volume semprot 400-500 l /ha pada stadium anakan maksimum, menekan perkembangan penyakit bercak daun cercospora hingga 32,10%.

8. Penyakit Bercak Daun Coklat

a. Penyebab penyakit : Cendawan *Helminthosporium oryzae*. Cendawan menginfeksi daun, baik melalui stomata (mulut daun) maupun menembus langsung

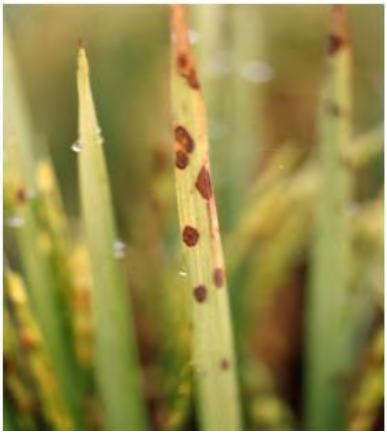
dinding sel epidermis setelah membentuk apresoria. Konidia lebih banyak dihasilkan oleh bercak yang sudah berkembang (besar) kemudian terbawa angin dan menimbulkan infeksi. Cendawan dapat bertahan sampai 3 tahun pada jaringan tanaman tergantung keadaan lingkungan. Ada hubungan langsung antara penyakit dengan ketersediaan unsur hara tanah, bahwa tanaman yang kurang sehat sangat mudah terserang penyakit ini. Pada tanah yang kahat unsur kalium, maka penyakit bercak daun coklat dapat menimbulkan kerugian hasil 50 - 90%. Faktor lain yang berpengaruh yaitu sistem drainase yang tidak baik dapat mengganggu serapan unsur-unsur hara. Penyakit ini banyak ditemukan pada pertanaman padi terutama di tanah-tanah marginal yang kurang subur, kahat unsur hara tertentu, serta beberapa daerah padi gogorancah.

b. Gejala Serangan

Gejala spesifik penyakit ini yaitu adanya bercak coklat pada daun berbentuk oval yang merata di permukaan daun dengan titik tengah berwarna abu-abu atau putih. Titik abu-abu di tengah bercak tersebut merupakan gejala khusus penyakit bercak daun coklat di lapang.

Bercak yang masih muda berwarna coklat gelap atau keunguan berbentuk bulat. Pada varietas peka, maka

panjang bercak mencapai 1 cm. Pada Serangan berat, cendawan dapat menginfeksi gabah dengan gejala bercak berwarna hitam atau coklat gelap pada permukaan gabah.



Gambar 32. Gejala penyakit bercak daun coklat

c. Pengendalian Penyakit :

- Serangan penyakit ada hubungannya dengan unsur hara tanah khususnya nitrogen, kalium, magnesium, dan mangan. Diperlukan pemupukan berimbang.
- Aplikasi fungsisida anjuran seperti Rabcide 50 WP untuk mengendalikan penyakit bercak daun coklat *H. oryzae* pada pertanaman padi gogo.

DAFTAR PUSTAKA

Abdel – Aal, E.S. M; J.C. Young and I. Rabalski. 2006. Anthocyanin composition in blak, ping, purple and red cereal grains. *J. Agric. Food Chem*. **54**: 469-474.

Acquaah, G. 2007. Principles of Plant Genetics and Breeding. Blackwell publishing, Oxford, UK. p.199-206.

Ahloowalia, B.S. and M. Maluszynsky. 2001. Induce mutations – A new paradigm in plant breeding. *Euphytica* **118**: 67-173.

Anonymous.1984. Rekomendasi Pengendalian Jasad Pengganggu Tanaman di Indonesia. Direktorat Jenderal Tanaman Pangan. Jakarta.

_____ 2009. Hama dan Penyakit Padi. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. Sukamandi, Subang. Jawa Barat. http://bbpadi.litbang.deptan.go.id/index.php/in/data-base-hama-dan-penyakit-padi.

Azad, M.A.K., M.A. Hamid and F. Yasmine. 2010. Binachinabadam-4: A High yielding mutant variety of groundnut with medium pod size. *Plant Mutation Reports* **2**(2): 45-49.

Babaei, A., Ghorban-Ali Nematzadeh and H. Hashemi. 2011. An evaluation of genetic differentiation in rice mutants using semi-random markers and morphological characteristics. *AJCS* **5**(13): 1715-1722.

BATAN. 2009. Deskripsi Varietas Unggul Hasil Pemuliaan Mutasi. PDIN –BATAN.

BATAN. 2012. Kelompok Pemuliaan Tanaman. http://www.batan.go.id/patir/_pert/pemuliaan/pemuliaan.html. Diakses tanggal 13 Oktober 2012Bb-biogen Litbang Deptan. 2011. Pemanfaatan sinar iradiasi dalam pemuliaan tanaman. *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian*. **33** (1): 7-8.

BPS Sultra. 2007. Statistik Produksi Tanaman Pangan Tahun 2007 (dalam angka). Badan Pusat Statistik. Sulawesi Tenggara.

BPS Sultra. 2008. Statistik Produksi Tanaman Pangan Tahun 2008 (dalam angka). Badan Pusat Statistik. Sulawesi Tenggara.

BPS Sultra. 2009. Statistik Produksi Tanaman Pangan Tahun 2009 (dalam angka). Badan Pusat Statistik. Sulawesi Tenggara.

BPS Sultra. 2011. Statistik Produksi Tanaman Pangan Tahun 2011 (dalam angka). Badan Pusat Statistik. Sulawesi Tenggara.

BPS Sultra. 2012. Statistik Produksi Tanaman Pangan Tahun 2012 (dalam angka). Badan Pusat Statistik. Sulawesi Tenggara.

BPS Sultra. 2013. Statistik Produksi Tanaman Pangan Tahun 2013 (dalam angka). Badan Pusat Statistik. Sulawesi Tenggara.

BPS Sultra. 2014. Statistik Produksi Tanaman Pangan Tahun 2013 (dalam angka). Badan Pusat Statistik. Sulawesi Tenggara.

BPS Sultra. 2015. Produksi Padi dan Palawija (Angka Tetap 2014 dan Angka Ramalan I 2015). http://sultra.bps.go.id/web/frontend/Brs/view/id/109 Diakses tanggal 14 Juli 2015.

Brock, R.D. 1979. Mutation Plant Breeding for Seed Protein Improvement. *In* Seed Protein Improvement in Cereal and Grain Legumes. Proc. Symp IAEA/FAO/GSF, Vienna. p. 43-45.

Bughio, H.R., M.A. Asad, I.A. Odhano, M.A. Arain and M.S. Bughio. 2010. Genetic improvement of an indigenous aromatic variety 'Jajai 77' through mutagenesis. *Plant Mutation Reports* **2** (2): 40-44.

Chang.T.T. and E.A. Bardenas. 1965. The morphology and varietals characteristics of the rice plant, Tech. Bull. IRRI 4 : 40.

Cheema, A.A. and B.M. Atta. 2003. Radiosensitivity studies in Basmati Rice. *Pak.J.Bot*. *35*(2): 197-207.

Chen, X., Liu, X., Wu, D. and Shu, Q.Y. 2006. Recent progress of rice mutation breeding and germplasm enhancement in China. *Plant Mutation Reports* **1** (1): 4-6.

Coffman, W.R and R.M. Herrera. 1980. Hybridization of Crop Plants in Rice. American Society of Agronomy – Crop Science . S. Segoe Road. Madison. p. 511- 522.

Crowder, L.V. 1986. Pemuliaan Tanaman. Jurusan Budidaya Pertanian. Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada. pp. 204.

Damanhuri. 2005. *Pewarisan antosianin dan tanggap klon tanaman ubijalar (Ipomea batatas (L.) Lamb) terhadap lingkungan tumbuh.* Disertasi Program Studi Ilmu Pertanian Program Pascasarjana Universitas Brawijaya. pp. 106.

Datta, S. Kumar, D. Chakrabarty, A.K. Verma and B.K. Banerji. 2011. Gamma ray induced chromosomal aberrations and enzyme related defense mechanism in *Allium cepa* L. *Caryologia* **64** (4): 388-397.

Drake, D.L., S.E. Gebardt and R.H. Matthews. 1989. Composition of Foods; Cereal Grains and Pasta. United States Department of Agriculture.

Fitriani, V. 2006. Beras merah bukan kenyang tapi sehat. http://www. Trubus.co.id. Diakses tanggal 2 september 2007.

Hantoro, F.R.P. 2007. Teknologi Budidaya Padi Gogo. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Tengah. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Semarang.

Harborne, J.B. 1987. Metode Fotokimia. Penuntun cara modern menganalisa tumbuhan. ITB. Bandung (terjemahan).

Herawati, R., B. S. Purwoko dan I. S. Dewi. 2009. Keragaman Genetik dan Karakter Agronomi Galur Haploid Ganda Padi Gogo dengan Sifat-Sifat Tipe Baru Hasil Kultur Antera. *J. Agron. Indonesia* **37** (2) : 87–94.

Hernani dan M. Rahardjo. 2005. Tanaman Berkhasiat Antioksidan. Penebar Swadaya. Jakarta. pp. 99.

Hidayat, A., M. Sukardi dan B. H. Prasetyo. 1997. Ketersediaan sumber daya lahan dan arahan pemanfaatan untuk beberapa komoditas. Prosiding *Pertemuan Pembahasan dan Komunikasi Hasil Penelitian Tanah dan Agroklimat.* Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat Bogor. pp.120.

Husni A. dan I. Manzila. 2011. Peningkatan ragan genetik tanaman padi gogo untuk meningkatkan produktivitas dalam upaya mendukung swasembada berkelanjutan. http://fmipa.ipb.ac.id/index.php/id/biosains/190-peningkatan-ragam-genetik-tanaman-padi-gogo-untuk-meningkatkan-produktivits-dalam-upaya-mendukung-swasembada-berkelanjutan. Diakses tanggal 11 Maret 2012.

IAEA, 1992. Novak, F. J., and H. Brunner. Plant breeding: Induced mutation technology for crop improvement. BULLETIN. p. 25-33.

IAEA. 1977. Manual on mutation breeding. Tech. Rep. Ser. No. 199. Sec. Ed. Joint FAO/IAEA Division of Atomic Energy in Food and Agriculture. Vienna. pp. 287.

Ikeda, R., R.R. Yumol, and S. Taura. 2001. Induced mutation for tungro resistance in rice. Mutation Breeding Newsl. **45**: 13−16.

Indrasari, S.D. 2006. Padi Aek Sibundong: pangan fungsional. *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian* **28** (6): 1−3.

Ismachin, M. and Sobrizal. 2006. A significant contribution of mutation techniques to rice breeding in Indonesia. *Plant Mutation Reports* **1** (1): 18-21.

Jain, S.M. 2010. Mutagenesis in crop improvement under the climate change. *Romanian Biotechnological Letters* **15** (2): 88-106.

Kadir, A. 2011. Pengaruh iradiasi sinar gamma terhadap pembentukan tunas tanaman nilam. *J. Agrivigor* **10** (2): 117-127.

Kadir, A., E. G. Lestari, R. Jahuddin, T. Nuriani dan A. Yunus. 2013. Potensi hasil dan adaptabilitas genotipe padi mutan hasil iradiasi sinar gamma di enam lokasi kelompok tani Kabupaten Maros Sulawesi Selatan. 504-510. Diakses tanggal 1 Mei 2014.

Kalshoven, LGE. 1981. Pests of Crops in Indonesia. Revised by Van Der Laan PA. PT Ichtiar baru Van Hoeve, Jakarta.

Kristamtini dan Purwaningsih, H. 2008. Keunggulan Kandungan Nutrisi Beberapa Sumberdaya Genetik Padi Merah Lokal DIY. Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Produk Berbasis Sumber Pangan. Program Studi Teknologi Hasil Penelitian Fakultas Agroindustri. Universitas Mercubuana Yogyakarta Bekerjasama Dengan Perhimpunan Ahli Teknologi Pangan (PATPI) Yogyakarta dan Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Yogyakarta 18, Desember 2008.

Mahla, H.R., A. Shekhawat and D. Kumar. 2010. Research Article. A Study on EMS and Gamma Mutagenesis of Clusterbean [*Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub]. *Plant Mutation Reports* **2** (2): 28-32.

Makarim AK, Suhartatik E, Kartohardjono A, dan Ikhwani. 2009. *Morfologi dan Fisiologi Padi*. Subang (ID) : Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. 330 hlm.

Masdar. 2010. *Produksi Tanaman Pangan*. UPT. Percetakan dan penerbitan Universitas Andalas. Padang

Metcalf, R.L. and R.A. Metcalf. 1993. Destructive and Useful Insects, Their Habits, and Their Control. Fifth Edition. McGraw-Hill, Inc.

Micke, A. and B. Donini. 1979. Induce mutation *in* Hasyward, M.D., N.O. Bosemark and I. Romagosa (ed.), *Plant Breeding Principle and Prospects.* Chapmant and Hall London.

Micke, A.1984. Mutation breeding of grain legumes. *Plant and Soil* **82**:337-357.

Mikaelsen, K. 1980. Mutation breeding in rice. *In Innovative approaches to rice breeding.* Selected Papers from the 1979 International Rice Research Conference. IRRI. p. 67-80.

Muliarta, I.G.P. 2009. Korelasi fenotipik, genotipik dan sidik lintas serta implikasinya pada seleksi padi beras merah. *Crop Agro* **2** (1): 8-14.

Norsalis E. 2011, *Padi Sawah Dan Padi Gogo Tinjauan Secara Morfologi, Budidaya Dan Fisiologi*. p 33-43.

Patnaik, D., D. Chaudhary and G.J.N. Rao. 2006. Genetic improvement of long grain aromatic rices through mutation approach. *Plant Mutation Reports* **1** (1): 11-16.

Perdana, A. S. 2009. Budidaya Padi Gogo. Mahasiswa Swadaya Penyuluhan dan Komunikasi Pertanian. UGM. Yogyakarta. http://adhisuryaperdana.wordpress.com/pertanian-UGM/budidaya-tanaman/. Diakses tanggal 5 Agustus 2010.

Rajguru, N.R. Burgos. D.R. Gealy, C.H. Sneller, and J.McD. Stewar. 2002. Genetic Diversity of Red Rice in Arkansas. In Rice research studies.. Arkansas Agricultural Experiment Station , Fayetteville, Arkansas 72701. p. 99–104.

Reddy, A.R. 1996. Genetic and molecular analysis of anthocyanin pigmentation pathhway in rice. Proceedings of the third international rice genetics symposium. 16-20 Oct 1995. IRRI. Manila.Phillipines. p 16-20.

Sadimantara GR dan Muhidin. 2012. Daya Hasil Beberapa Kultivar Padi Gogo Lokal Asal Sulawesi Tenggara Pada Cekaman Kekeringan. *Jurnal Agroteknos* 2(3): 121–125.

Satria, A. 2009. Pengujian Toleransi Kekeringan Padi Gogo (*Oryza sativa* L.) Pada Stadia Awal Pertumbuhan. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor. http://www.pustaka-deptan.go.id/publikasi/bt092043.pdf. Diakses tanggal 28 Juli 2010.

Semangun, H. 1971. Penyakit-Penyakit Tanaman Pertanian di Indonesia. Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada. Gadjah Mada University Press.

Sholihin, 2013. Radiosensitivitas varietas lokal ubikayu (cecek ijo) terhadap iradiasi sinar gamma. Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Nuklir, PTNBR - BATAN Bandung, 04 Juli 2013. p. 348-352.

Singh, N.K. and H.S. Balyan. 2009. Induced mutations in bread wheat (*Triticum aestivum* L.) CV. 'Kharchia 65' for reduced plant height and improve grain quality traits. Advances in Biological Research **3** (5-6): 215-221.

Sobrizal, 2008. Pemuliaan mutasi dalam peningkatan manfaat galur-galur terseleksi asal persilangan antar sub-spesies padi. *Jurnal Ilmiah Aplikasi Isotop dan Iradiasi* **4** (1): 1-11.

Soedjono, S. 2003. Aplikasi mutasi induksi dan variasi somaklonal dalam pemuliaan tanaman. *Jurnal Litbang Pertanian* **22** (2): 70-77.

Soemartono, Bahrin, Harjono dan Iskandar, 1994. Bercocok tanam padi. CV Yasaguna. Jakarta.

Soeranto, H. and Nakanishi, T.M. 2003. Obtaining induced mutations of drought tolerance in sorghum. *Journal Radioisotopes* **52** (1): 15-21.

Soeranto, H., Carkum, dan Sihono. 2002. Perbaikan varietas tanaman gandum melalui pemuliaan mutasi. Prosiding Pertemuan Koordinasi Penelitian dan Pengembangan Gandum. DEPTAN.

Sparrow, A.H. 1961. Types of ionizing radiation and their cytogenetic effect *in* Luckett (ed), *Mutation and Plant Breeding*. National Academy Sciences-National Research Council. Washington. p. 55-105.

Suhardi, D. 2005. Potensi beras merah untuk peningkatan mutu pangan. *Jurnal Litbang Pertanian (Indonesian Agricultural Research and Development Journal)* **24** (3): 93-100.

Suliartini, N.W.S., G.R. Sadimantara dan Muhidin. 2011a. Pengembangan padi gogo beras merah berantosianin tinggi yang toleran naungan dan potensi produksi tinggi berbasis kultivar lokal. Laporan Penelitian Hibah Bersaing 2011.

Suliartini, N.W.S., G.R. Sadimantara, T. Wijayanto dan Muhidin. 2011b. Pengujian antosianin padi gogo beras merah hasil koleksi plasma nutfah Sulawesi Tenggara. *Crop Agro* **4** (2): 43-48.

Suliartini, N.W.S. 2015. Peningkatan Keragaman Hasil Dan Sifat Agronomis Lain Pada Dua Kultivar Padi Gogo Beras Merah Lokal Melalui Induksi Mutasi. Disertasi. Program Pasca sarjana Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Malang.

Suliartini, N.W.S., Kuswanto, Basuki, N., dan Soegianto, A. 2016. The evaluation of superior lines candidates of two M1 Southeast Sulawesi local red rice cultivars derived from gamma rays irradiation techniques. *The International Journal of Plant Biology* **7** (6475): 64-67.

Sunjaya, P., 2011. Pengaruh jarak tanam terhadap peningkatan hasil padi gogo varietas situ patenggang. Jurnal Agrin, 15 (1): 54-63

Taher, H.M., M. Hafiz, J.S. Sadat, V. Cirus, N.M. Reza and M. Abbas. 2011. Sensitivity to gamma rays studies in two Iranian rice (*Oryza sativa*) genotypes. African *J. of Agr. Research*. **6** (23): 5208-5211.

Teguh, R., 2000. Budidaya tanaman padi dengan teknologi mig-6. Teknologi dan mig-6.

Tomlekova, N.B. 2010. Review induced mutagenesis for crop improvement in Bulgaria. *Plant Mutation Reports* **2** (2): 4-27.

Tshilenge-Lukanda, L., A. Kalonji-Mbuyi, K. K. C. Nkongolo and R. V. Kizungu. 2013. Effect of Gamma Irradiation on Morpho-Agronomic Characteristics of Groundnut (*Arachis hypogaea* L.). *American Journal of Plant Sciences* **4**: 2186-2192.

Wibowo, P. 2010. Pertumbuhan dan produktivitas galur harapan padi (O*ryza sativa* l.) hibrida di Desa Ketaon Kecamatan Banyudono Boyolali. pp.38. *eprints.uns.ac.id/8749/1/149171608201001571.pdf* dan *digilib.unila.ac.id/5548/20/PUSTAKA%20ACUAN.pdf.* Diakses tanggal 31 Maret 2015.

Widodo, D. 1987. Hama dan Penyakit Padi. CV Pustaka Buana. Bandung.

Wulan, M. T. 2007. *Peningkatan keragaman bunga sepatu (Hibiscus rosasinensis* Linn.*) melalui induksi iradiasi sinar gamma*. Skripsi. Departemen Budidaya Tanaman, Fakultas Pertanian, IPB.Bogor.

Profil Penulis

Dr. Ni Wayan Sri Suliartini, S.P., M.P. Lahir di Cakranegara 9 Juli 1969, anak pertama dari ayah I Ketut Datha, SKM dan ibu Ni Komang Wenten Asri. Pendidikan dasarnya diselesaikan di SDN 6 Cakranegara, SMPN 1 Mataram dan SMA Ampenan pada tahun 1988. Melanjutkan pendidikan tinggi di Program Studi Pemuliaan Tanaman pada Fakultas Pertanian Universitas Mataram pada tahun yang sama. Pandidikan Magister Pertanian dimulai pada tahun 2001 di Universitas Gadjah Mada Program Studi Pemuliaan Tanaman dan selesai pada tahun 2003 dengan mengantongi predikat Cumlaude dan wisudawan terbaik Prodi Pemuliaan Tanaman. Pendidikan doctoral diselesaikan pada tahun 2015 pada Ilmu-Ilmu Pertanian Konsentrasi Ilmu Pemuliaan Tanaman dan Bioteknologi di Universitas Brawijaya. Staf pengajar program studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Halu Oleo sejak tahun 1997 hingga sekarang (2018). Terlibat penelitian yang didanai pusat sejak tahun 2007 hingga sekarang (2018). Selama pendidikan pascasarjana di Universitas Brawijaya mendapat bantuan dana penelitian melalui Penelitian Hibah Doktor (Penelitian Disertasi Doktor) tahun 2013. Pengalaman sebagai ketua peneliti dimulai sejak tahun 2010 melalui Penelitian Hibah Bersaing dan 2011 melalui Penelitian Strategis Nasonal. Penelitian Terapan dan Penelitian Strategis Nasional Institusi secara berturut-turut diperoleh tahun 2017 dan 2018. Penulis aktif sebagai anggota Perhimpunan Ilmu Pemuliaan Indonesia (PERIPI) sejak tahun 2013 hingga sekarang. Sebagai anggota The International Society for Southeast Asian Agricultural (ISSAAS) pada tahun 2018. Aktif menulis pada berbagai jurnal nasional maupun internasional. Beberapa tulisan telah dimuat di jurnal internasional Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology (2015), International Journal of Plant Biology (2016), International Journal of ChemTech Research (2016), Biosciences Biotechnology Research As (2016), Bioscience Research (2018) dan Asian Journal of Plant Sciences (2018). Menyampaikan makalah pada berbagai pertemuan ilmiah dan berhasil dimuat diantaranya pada Prosiding International Conference on Agriculture, Environment, and Food Security" (IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science tahun 2018

9 786025 366925