



Kemelimpahan Penggerek Batang Padi (Lepidoptera : Pyralidae dan Noctuidae) di Sawah Organik dan Anorganik

Mochamad Hadi^{✉ 1)}

¹⁾Laboratorium Ekologi dan Biosistematika Departemen Biologi FSM Universitas Diponegoro, Indonesia

Info Artikel

Diterima: 1 Maret 2020
Disetujui: 30 Maret 2020
Dipublikasikan: 31 April 2020

Keywords: Rice stem borer, organic - inorganic rice fields

Kemelimpahan, Penggerek batang padi, Sawah organik – anorganik

Abstract

*Rice stem borer is an insect pest (plant pests) that occurs throughout the year and is widespread in rice fields in Indonesia. The rice stem borer caterpillar (PBP) feeds on the growing point of the vegetative phase of the plant, causing symptoms of sundep. PBP caterpillars also eat the base of rice grains (generative phase), causing symptoms of outsides. PBP insects belong to the order Lepidoptera and the families Pyralidae and Noctuidae. Organic agriculture is considered to be more profitable than inorganic agriculture because the selling value of its products is higher, as well as because it does not use synthetic fertilizers and pesticides. Research on the abundance of PBP in organic rice fields using various methods is still not widely carried out. The research objective was to assess the abundance of PBP in organic and inorganic rice fields using various methods. The research was carried out on organic and inorganic rice fields with a rice-paddy-rice cropping pattern, by installing light traps, malaise traps diagonally and using a sweep net for adult PBP and making a square plot for adult PBP and eggs. The results showed that at the egg stage 2 PBP species were found, namely *Scirpophaga incertulas* (yellow PBP) and *Sesamia inferens* (pink PBP). Whereas in the adult stage, 4 PBP species were found, namely *Schirpophaga incertulas*, *Schirpophaga innotata* (white PBP), *Sesamia inferens*, *Chilo auricilius* (shiny PBP). In general, the most dominant and abundant type of PBP was yellow PBP, while other types of PBP were found in small numbers and occasionally.*

Abstrak

Penggerek batang padi adalah serangga OPT (organisme pengganggu tanaman) yang terdapat sepanjang tahun dan menyebar luas di persawahan di Indonesia. Ulat penggerek batang padi (PBP) memakan titik tumbuh tanaman fase vegetatif sehingga menimbulkan gejala sundep. Ulat PBP juga memakan pangkal bulir padi (fase generatif) sehingga menyebabkan gejala beluk. Serangga PBP termasuk dalam ordo Lepidoptera dan familia Pyralidae dan Noctuidae. Pertanian organik dinilai lebih menguntungkan dibanding pertanian anorganik karena nilai jual produknya lebih tinggi, juga karena tidak menggunakan pupuk dan pestisida sintetik. Penelitian kemelimpahan PBP di sawah organik dengan berbagai metode masih belum banyak dilakukan. Tujuan penelitian adalah mengkaji kemelimpahan PBP di sawah organik dan anorganik dengan menggunakan berbagai metode. Penelitian dilakukan pada sawah organik dan anorganik dengan pola tanam padi-padi-padi, dengan memasang light trap, Malaise trap secara diagonal dan menggunakan sweep net untuk PBP dewasa serta membuat plot kuadrat untuk PBP dewasa dan telur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada stadia telur ditemukan 2 spesies PBP yaitu *Scirpophaga incertulas* (PBP kuning) dan *Sesamia inferens* (PBP merah jambu). Sedangkan pada stadia dewasa ditemukan 4 spesies PBP yaitu *Schirpophaga incertulas*, *Schirpophaga innotata* (PBP putih), *Sesamia inferens*, *Chilo auricilius* (PBP berkilat). Secara umum jenis PBP yang paling dominan dan melimpah adalah PBP kuning, sedangkan jenis PBP yang lain, dijumpai dalam jumlah yang sedikit dan kadang-kadang.

PENDAHULUAN

Penggerek batang padi (PBP) merupakan kelompok organisme pengganggu tanaman (OPT) padi, terdapat sepanjang tahun dan menyebar di seluruh Indonesia pada ekosistem sawah yang beragam. Ulat PBP memakan titik tumbuh tanaman padi stadia vegetatif sehingga menimbulkan gejala sundep, dan memakan pangkal bulir padi sehingga menyebabkan gejala beluk. Kerusakan tanaman padi akibat PBP pada fase vegetatif mungkin tidak menimbulkan kerugian karena tanaman masih dapat membentuk anakan baru. Kerusakan pada fase generatif menyebabkan malai yang muncul berwarna putih dan hampa. Kerusakan tanaman padi akibat PBP dilaporkan hampir di seluruh daerah di Indonesia dan di beberapa daerah menunjukkan peningkatan dari waktu ke waktu (Kalshoven, 1981; Hatori & Siwi, 1986; Anonymous, 2009).

Beberapa jenis penggerek batang padi (PBP) yang dapat merusak tanaman padi, yaitu PBP kuning (*Scirpophaga incertulas* Walker: Pyralidae), PBP putih (*Scirpophaga innotata* Walker: Pyralidae), PBP bergaris (*Chilo suppressalis* Walker: Pyralidae), PBP berkepala hitam (*Chilo polychrysus* Meyrick: Pyralidae), PBP berkilat (*Chilo auricilius* Dudgeon: Pyralidae), dan PBP merah jambu (*Sesamia inferens* Walker: Noctuidae) (Kalshoven, 1981; Anonymous, 1999; Darmadi, 2008).

Dari enam jenis PBP yang terdapat di Indonesia, hanya empat jenis yang sering merusak tanaman padi, yaitu *S. incertulas*, *S. innotata*, *C. suppressalis*, dan *S. inferens*. Dari empat jenis tersebut, penggerek batang padi kuning *S. incertulas* adalah yang paling dominan dan paling luas persebarannya di Indonesia (Siwi, 1979; Soehardjan, 1983; Soejitno, 1986; Sutarna, 1999). Pada lahan sawah di daerah Kotagede Yogyakarta hanya dijumpai tiga jenis yaitu *S. incertulas*, *S. inferens*, dan *C. suppressalis* (Subiyakto (1982).

Penggerek batang padi putih *S. innotata*, ngengatnya berwarna putih. Hama ini dominan pada pertanaman padi tadah hujan, juga banyak ditemukan di sawah dengan pengairan teknis seperti yang ada di daerah pantura. Penggerek batang padi kuning *S. incertulas*, memiliki ngengat berwarna kuning kecoklatan. Pada bagian belakang sayap depan terdapat tanda titik hitam. Jenis ini berada di daerah berpengairan baik, yang penanaman padinya dua sampai tiga kali setahun (Badong & Litsinger, 2005; Chen & Romena, 2006). Penggerek batang padi merah jambu *S. inferens*, memiliki ulat berwarna merah jambu. Jenis ini tidak sepenting PBP putih dan PBP kuning, karena populasinya kecil dan belum pernah dilaporkan mengakibatkan kerusakan serius. Penggerek batang padi bergaris (*C. suppressalis*) dan PBP berkepala hitam (*C. polychrysus*), tidak mengakibatkan kerusakan yang berarti pada tanaman padi. (Darmadi, 2008).

Prinsip pertanian organik yaitu tanpa atau membatasi penggunaan pupuk dan pestisida anorganik. Tujuan utama pertanian organik adalah menghasilkan pangan sehat dengan cara memperbaiki dan menyuburkan kondisi lahan serta menjaga keseimbangan ekosistem (Mutiarawati, 2006; Kunia, 2011).

Dalam pertanian organik, masa transisi paling tidak dilakukan selama dua tahun. Kesuburan tanah dan kegiatan biologis tanah dipertahankan dan ditingkatkan dengan penanaman legum dan pupuk hijau. Penambahan bahan organik ke dalam tanah dalam bentuk kompos. Hama, penyakit dan gulma

dikendalikan dengan menggunakan kombinasi tindakan mekanik dan biologis. Berbeda dengan pertanian organik, pada pertanian an-organik unsur hara yang dibutuhkan tanaman dapat diserap secara cepat dan langsung. Unsur hara yang diberikan berupa pupuk buatan pabrik, berbahan dasar bahan kimia. Aplikasi pestisida juga menggunakan pestisida buatan pabrik berbahan dasar bahan kimia sintetik (Sutanto, 2002).

Tujuan penelitian adalah mengkaji kemelimpahan PBP di sawah organik dan anorganik. Mengetahui jemis PBP yang paling melimpah di sawah organik dan anorganik.

METODE

Penelitian dilakukan pada sawah organik dan an-organik yang ditanami padi varietas IR 64 terus menerus sepanjang tahun di Dusun Dolok Desa Bakalrejo, Kecamatan Susukan Kabupaten Semarang. Sawah organik telah bersertifikat nasional terletak bersebelahan dengan sawah an-organik, dipisahkan oleh saluran irigasi tersier dan pematang sawah lebar 2 meter (Gambar 1). Penelitian dilakukan sejak Januari 2017 hingga Februari 2018, dengan tiga kali musim tanam padi berturut-turut.

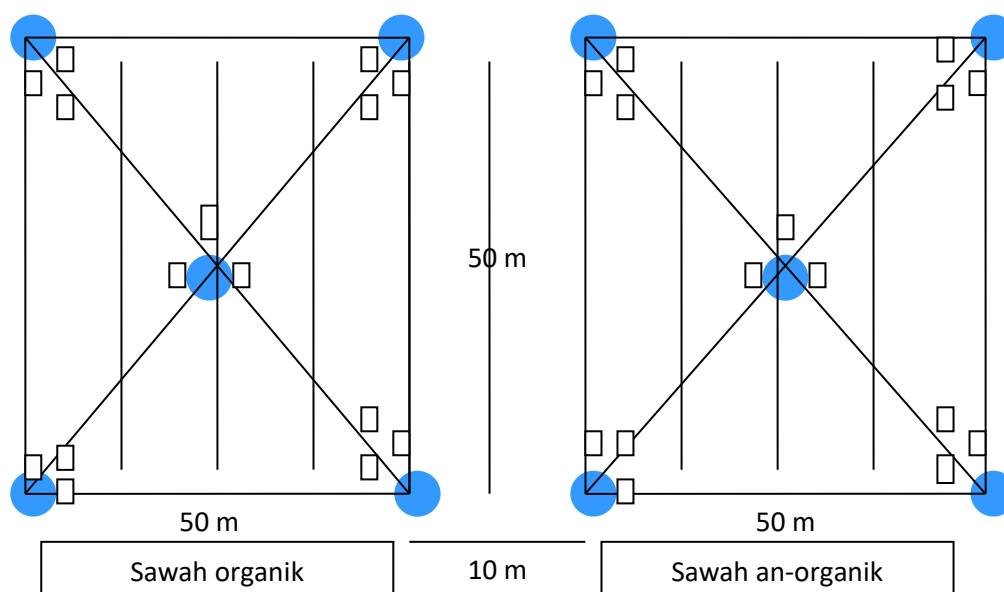


Gambar 1. Sawah organik dan sawah an-organik di Desa Bakalrejo, Kecamatan Susukan, Kabupaten Semarang, sebagai lokasi penelitian. A. Sawah organik. B. Sawah an-organik. C. Pembatas antara sawah organik dengan sawah an-organik, saluran irigasi

Sawah organik seluas satu hektar milik Ibu Siti Sunarti (Kelompok Tani Organik “*Green Grow*”), sawah an-organik milik Bapak Kepala Desa Bakalrejo (sawah bengkok desa). Sebelah Timur dan Barat adalah perkampungan penduduk, sebelah Utara dan Selatan adalah pekarangan dan kebun. Di sekitar lokasi penelitian tidak ada industri atau pabrik, sedangkan mata pencaharian sebagian besar masyarakat sekitar adalah petani dan pengrajin besek bambu.

Pengambilan data PBP dilakukan dalam titik sampling diagonal, berjumlah 5 untuk tujuan keterwakilan daerah atas sebelah kiri dan kanan, daerah bawah sebelah kiri dan kanan dan daerah tengah (Gambar 2) (Priyono, *et al.*, 2004; Anonymous, 2008).

Spesimen kelompok telur dan ngengat PBP dikumpulkan dengan metode plot pada pagi hari (jam 6 sampai 8), spesimen PBP dikumpulkan dengan jaring ayun pada siang hari (jam 8 sampai 10), dengan perangkap Malaise (jam 8 sampai jam 17) dan dengan perangkap lampu pada malam hari (jam 18 hingga 6).



Gambar 2. Petak sampling pengambilan sampel PBP di sawah organik dan an-organik. ● Titik diagonal untuk pemasangan perangkap lampu dan Malaise, ||| Jalur pengambilan sampel dengan jaring ayun, □ Plot kuadrat untuk pengambilan telur PBP dan PBP dewasa.

Pengambilan data dilakukan sejak awal Februari 2017 hingga awal Maret 2018. Pengambilan data dilakukan setiap dua minggu sekali dengan pengambilan sampel siang hari dan malam hari. Musim tanam pertama bulan Februari hingga Mei 2017, musim tanam kedua bulan Juni hingga September 2017, dan musim tanam ketiga bulan November 2017 hingga Februari 2018.

Metode plot kuadrat dilakukan untuk mengetahui fluktuasi populasi PBP. Pengambilan sampel telur dan ngengat PBP dilakukan dengan koleksi langsung kelompok telur PBP pada rumpun tanaman padi dalam plot 1 X 1 meter persegi di dalam area diagonal, dengan frekuensi pengambilan satu kali di pagi hari (jam 6 sampai 8), setiap 2 minggu selama 3 kali musim tanam padi, masing-masing diulang 3 kali. Telur PBP dikoleksi dengan memotong bagian daun padi yang terdapat kelompok telur PBP kemudian dimasukkan dalam tabung koleksi (tabung reaksi) dan ditutup dengan kapas. Tabung koleksi kemudian diberi label nomer dan metode koleksi, waktu pengambilan, lokasi pengambilan dan kondisi cuaca. Sampel ngengat PBP dikoleksi dalam botol plastik ukuran 100 cc, berisi alkohol 70% dan diberi label nomer dan metode koleksi, waktu pengambilan, lokasi pengambilan dan kondisi cuaca.

Metode jaring ayun dilakukan untuk mengetahui fluktuasi populasi PBP. Jaring serangga berukuran diameter 40 cm, panjang 1 m, diayunkan ke kanan dan ke kiri sepanjang pematang sawah 50 m (sebanyak 100 ayunan) dengan ulangan 3 pematang sawah (Gambar 3). Sampel PBP dewasa yang

diperoleh dikoleksi dalam botol plastik ukuran 100 cc berisi alkohol 70% dan diberi label nomer dan metode koleksi, waktu pengambilan, lokasi pengambilan dan kondisi cuaca.



Gambar 3. Teknik pengambilan sampel PBP dengan jaring ayun. Garis putih adalah jalur untuk mengayun jaring.

Metode perangkap lampu (*light traps*) dilakukan untuk mengetahui fluktuasi populasi PBP pada malam hari. Lima buah perangkap lampu senter LED, masing-masing lampu mempunyai daya 0,3 watt, dipasang secara diagonal di tengah sawah sepanjang malam (jam 18 hingga 06) untuk mewakili populasi tepi dan tengah sawah (Gambar 4). Sampel PBP dewasa yang diperoleh dikoleksi dalam botol plastik ukuran 100 cc berisi alkohol 70% dan diberi label nomer dan metode koleksi, waktu pengambilan, lokasi pengambilan dan kondisi cuaca.

Identifikasi spesimen PBP dilakukan sampai tingkat takson maksimal. Identifikasi dilakukan dengan menggunakan mikroskop binokuler dan beberapa referensi, antara lain Boucek (1988), Barrion & Litsinger (1994), Borror, *et al.* (1995), Holloway, *et al.*, (1988), Lewvanich (1981), Anonymous (1999). Identifikasi dikerjakan di Laboratorium Ekologi dan Biosistematik Departemen Biologi FSM UNDIP.



Gambar 4. Perangkap lampu dengan lampu senter LED 1 lampu (0,3 watt) dan wadah penampung (Ø 32 cm). (A) Alat perangkap lampu. (B) Cahaya lampu dari perangkap lampu.

Analisis data meliputi jumlah jenis, jumlah individu, dan kemelimpahan. Jumlah jenis dan jumlah individu dianalisis dengan menghitung langsung terhadap spesimen yang diperoleh dari pengumpulan. Indeks kemelimpahan dianalisis menggunakan rumus Jorgensen (1974) sebagai berikut :

$$D_i = n_i/N \times 100\%$$

$D_i > 5\%$ termasuk jenis dominan

$D_i 2\% - 5\%$ termasuk jenis sub dominan

$D_i < 2$ termasuk jenis tidak dominan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil koleksi PBP dengan berbagai metode koleksi baik di sawah organik maupun sawah anorganik dapat dilihat pada Tabel 1. Hasil koleksi kelompok telur PBP selama tiga musim tanam padi, diperoleh kelompok telur PBP kuning (*S. incertulas*) dan kelompok telur PBP merah jambu (*Sesamia inferens*). Koleksi ngengat PBP dengan metode plot, diperoleh empat jenis PBP dan yang paling melimpah adalah PBP kuning dibandingkan PBP lainnya yaitu PBP putih (*S. innotata*), PBP merah jambu maupun PBP berkilat (*Chilo auricilius*). Dengan metode jaring ayun, dapat dikoleksi dua jenis PBP yaitu PBP kuning dan PBP putih, dan PBP kuning ditemukan jauh lebih melimpah dibandingkan PBP putih, bahkan dengan perangkap Malaise hanya ditemukan PBP kuning saja. Pemasangan perangkap lampu sepanjang malam selama tiga kali musim tanam padi, dapat dikoleksi empat jenis PBP yaitu PBP kuning, PBP putih, PBP merah jambu dan PBP berkilat (*C. auricilius*). Ngengat PBP kuning ditemukan jauh lebih melimpah dibandingkan penggerek batang padi lainnya, yaitu PBP putih, PBP merah jambu maupun PBP berkilat.

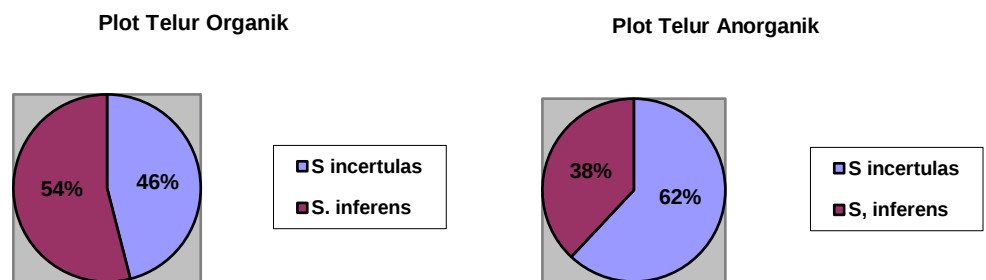
Secara umum kemelimpahan PBP di sawah organik lebih melimpah dibandingkan sawah anorganik, baik kelompok telur maupun ngengat. Penggerek batang padi kuning ditemukan jauh lebih melimpah dibandingkan jenis penggerek lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa populasi PBP lebih memilih sawah organik, yang tidak ada aplikasi bahan kimia sintetik dibandingkan sawah anorganik, yang masih mengaplikasikan bahan kimia sebagai sarana produksi melalui pupuk dan pestisida. Sesuai dengan penelitian terdahulu bahwa kemelimpahan dan keragaman jenis PBP di sawah organik lebih tinggi dibanding anorganik (Pfiffner & Balmer, 2011; Carreon, *et al.* 2013; Hadi, dkk, 2013; Mone, *et al.* 2014; Anbalagan, *et al.* 2016; Hadi, dkk, 2015)

Tabel 1. Hasil koleksi PBP dengan berbagai metode koleksi selama tiga kali musim tanam padi di sawah organik dan sawah anorganik

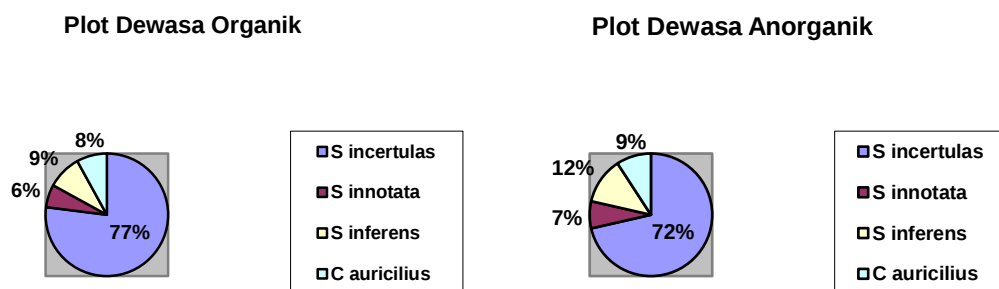
No	Paramet er	Lokasi Sawah	Koleksi kelompok telur PBP	Koleksi Ngengat Penggerek Batang Padi (PBP)											
				Plot		Plot		Jaring Ayun		M	Perangkap Lampu				
				Kuni ng	Mrh Jambu	Kuni ng	Putih	Mrh Jambu	Berki lat	Kuni ng	Putih	Kuni ng	Kuni ng	Putih	Mrh Jambu
1	Jumlah individu	Organik An Org	70	82	41	3	5	4	76	3	10	453	18	33	22
			60	37	30	8	2	3	56	0	2	283	21	26	3
2	Persen	Organik An Org	46	54	77	6	9	8	96	4	100	86	3	7	4
			62	38	70	7	12	9	100	0	100	85	6	8	1

Keterangan :

Hasil koleksi kelompok telur PBP di sawah organik dan anorganik diperoleh dua kelompok telur PBP, yaitu kelompok PBP kuning 46% dan PBP merah jambu 54%, sedangkan di sawah anorganik proporsi PBP kuning 62% dan PBP merah jambu 28% (Gambar 5). Hasil koleksi ngengat PBP dengan plot, diperoleh empat jenis PBP yaitu PBP kuning, putih, merah jambu dan berkilat. Proporsi PBP di sawah organik dan anorganik memiliki pola yang sama, dimana PBP kuning jauh lebih besar dibandingkan jenis PBP lainnya. Di sawah organik, proporsi PBP kuning adalah 77% sedangkan di sawah anorganik sebesar 72% (Gambar 6). Penggerek batang lain yaitu PBP putih, PBP merah jambu dan PBP berkilat hanya dijumpai antara 6-9% di sawah organik dan antara 7-12% di sawah anorganik. Secara umum dari Gambar 5 dan 6, terlihat bahwa penggerek batang padi kuning merupakan PBP utama yang paling melimpah baik di sawah organik maupun anorganik dari waktu ke waktu. Hal ini sesuai dengan pendapat beberapa peneliti sebelumnya bahwa dari enam jenis PBP, hanya empat jenis yang sering merusak tanaman padi, dan dari empat jenis tersebut, PBP kuning yang paling dominan dan paling luas persebarannya (Soehardjan, 1983; Soejitno, 1986; Sutarna, 1999; Subiyakto, 1982).

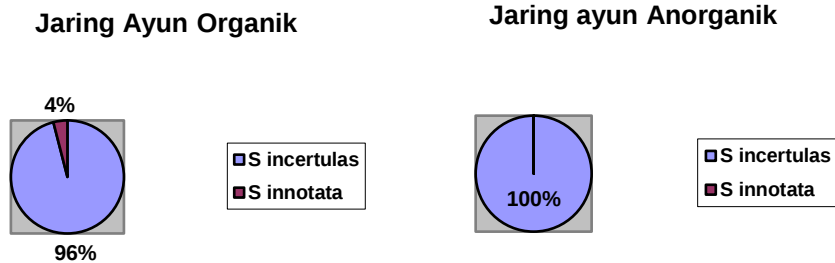


Gambar 5. Koleksi kelompok telur PBP dengan metode plot.



Gambar 6. Koleksi ngengat PBP dengan metode plot

Hasil koleksi ngengat PBP dengan metode jaring ayun dan Malaise bahkan PBP yang tertangkap hampir semuanya (96 dan 100%) adalah PBP kuning (Gambar 7 dan Gambar 8). Hasil koleksi dengan metode perangkap lampu diperoleh empat spesies PBP baik di sawah organik maupun sawah anorganik.



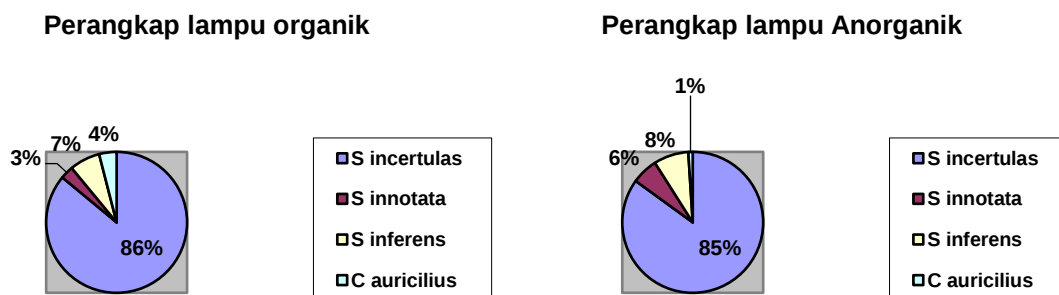
Gambar 7. Koleksi ngengat PBP dengan metode jaring ayun (*sweep net*).

Malaise organik dan anorganik



Gambar 8. Koleksi ngengat PBP dengan perangkap Malaise

Koleksi ngengat PBP dengan metode perangkap lampu di sawah organik dan sawah anorganik relatif tidak berbeda. Baik di sawah organik maupun sawah anorganik ditemukan empat jenis ngengat PBP, dengan PBP kuning yang dominan dan melimpah (85-86%), sedangkan jenis PBP lainnya hanya berkisar 1-8%. Hal ini membuktikan bahwa jenis PBP utama adalah PBP kuning baik di sawah organik maupun anorganik (Gambar 9).



Gambar 9. Koleksi ngengat PBP dengan perangkap lampu

SIMPULAN

Selama pengamatan 3 kali musim tanam padi, kemelimpahan PBP di sawah organik cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan sawah anorganik. Kemelimpahan PBP paling tinggi diperoleh pada koleksi perangkat lampu dibandingkan dengan koleksi jaring ayun, plot maupun malaise. Selama pengamatan 3 kali musim tanam padi, ditemukan 4 jenis PBP yaitu PBP kuning (*Scirpophaga incertulas*), PBP putih (*S. innotata*), PBP merah jambu (*S. inferens*), dan PBP berkilat (*Chilo auricilius*). Jenis PBP yang paling melimpah dan dijumpai sepanjang waktu adalah hanya PBP kuning, sedangkan PBP lainnya dijumpai tidak melimpah dan hanya dijumpai kadang-kadang saja.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terimakasih kepada petani di Dusun Dolok Desa Bakalrejo, Kecamatan Susukan Kabupaten Semarang yang telah membantu dalam proses penangkapan selama penelitian berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

- Astuti, C.R. (2015). Keanekaragaman Spesies dan Distribusi Longitudinal Ikan di Sungai Kreo Semarang Sehubungan dengan Air Lindi TPA Jatibarang Semarang. *Skripsi*. Universitas Negeri Semarang.
- Dewi, N.K., Prabowo, R., & Trimartuti, N.K. (2014). Analisis kualitas fisiko-kimia dan kadar logam berat pada ikan mas (*Cyprinus carpio* L.) dan ikan nila (*Oreochromis niloticus* L.) di perairan Kaligarang Semarang. *Biosaintifika*, 6(2), 108-116.
- Dewi, K. (2016). Identifikasi Logam Berat pada Air Sungai Kaligarang Menggunakan Metode Analisis Aktivasi Neutron dengan Penambahan HNO₃. *Skripsi*. Universitas Negeri Semarang
- Djasmani, S.S & Djumanto. (2014). Komposisi ikan hasil tangkapan jaring insang pada berbagai *shortening* di Waduk Sermo. *Jurnal Perikanan*, 16(1), 35-42.
- Hadiaty, R.K. (2011). Diversitas dan hilangnya jenis-jenis ikan di Sungai Ciliwung dan Sungai Cisadane. *Berita Biologi*, 10(4), 491-504.
- Hamilton A.J. (2004). Species diversity or biodiversity? *Journal of Environmental Management*, 75, 89–92.
- Hossain, M.A., Akter, M., & Iqbal, M.M. (2017). Diversity of fish fauna in Kusiara River (Fenchungonj Upazilla), Northeast Bangladesh. *Journal of Aquaculture in the Tropics*, 32(1-2), 1-13.
- Husnayati, H., Arthana, I.W., & Wiryatno, J. (2015). Struktur komunitas makrozoo-benthos pada tiga muara sungai sebagai bioindikator kualitas perairan di pesisir pantai Ampenan dan pantai Tanjung Karang Kota Mataram Lombok. *Ecotropica*, 7(2), 116-125.
- Indriyanto. (2012). *Ekologi Hutan*. Jakarta. Bumi Aksara.
- Ismail, A. & Yusof, S. (2011). Effect of mercury and cadmium on early life stages of java medaka (*Oryzias javanicus*): A potential tropical test fish. *Marine Pollution Bulletin*, 63, 347-349.
- Kamal, M.M., Supriadi, A., Wibowo, T., Kuhaja, R., Sudarsiman, & Rojayati, A. (2011). Dampak antropogenik dan perubahan iklim terhadap biodiversitas ikan perairan umum di Pulau Sumatera. *Prosiding Seminar Nasional Ikan VI dan Kongres Masyarakat Iktiologi Indonesia III*. VI: 391-400.
- Kartamihardja, E.S., Purnomo, K., & Umar, C. (2009). Sumber daya ikan perairan umum daratan di Indonesia-Terabaikan. *Jurnal Kebijakan Perikanan Indonesia*, 1(1), 1-15.
- Khatri, N. & Tyagi, S. (2015). Influences of natural and anthropogenic factors on surface and groundwater quality in rural and urban areas. *Life Science*, 8(1), 23–39.
- Kottelat, M., Kartikasari, S.N., Whitten, A.I., & Wirjoatmodjo, S. (1993). *Freshwater Fishes of Western Indonesia and Sulawesi*. Hong Kong: Periplus.

- Magurran, A.E. (2004). *Ecological Diversity and Its Measurement*. Chapman and Hall: USA
- Magurran, A.E. & Gill, B.J. (2011). Biological diversity: frontiers in measurement and assessment. Oxford, UK: Oxford University Press.
- Nelson, A.F.M., Perissinotto, R., & Appleton, C.C. (2010). Salinity and temperature tolerance of the invasive freshwater gastropod *Tarebia granifera*. *South African Journal of Science*, 106(3/4), 1-7.
- Ngodhe SO., Raburu, P.O., & Achieng, A. (2013). The impact of water quality on species diversity and richness of macroinvertebrates in small water bodies in Lake Victoria Basin, Kenya. *Journal of Ecology and the Natural Environment*, 6(1), 32-41
- Pasingi, N., Pratiwi, N.T.M., & Krisanti, M. (2014). Kualitas perairan Sungai Cileungsi bagian hulu berdasarkan kondisi fisik-kimia. *Depik*, 3(1), 56-64.
- Puspitasari, R.L., Elfidasari, D., Hidayat, Y.S., Qoyyimah, F.D., & Fatkhurokhim. (2017). Deteksi bakteri pencemar lingkungan (*coliform*) pada ikan sapu-sapu asal Sungai Ciliwung. *Jurnal Al-Azhar Indonesia Seri Sains dan Teknologi*, 4(1), 24-27.
- Prabowo, R., Purwanto, & Henna, R.S. (2012). Akumulasi kadmium (Cd) pada ikan nilem sebagai bioindikator pencemaran logam berat di Kaligarang. *Jurnal Ilmu-ilmu Pertanian*, 8(2), 1-7.
- Reid, W.V. & Miller, K.R. (1989). *Keeping Option Alive: the scincetific basic for conserving biodiversity*. USA: World Resources Institute.
- Rachmatika, I. & Wahyudewantoro, G. (2006). Jenis-jenis ikan introduksi di Perairan Jawa Barat dan Banten: catatan tentang taksonomi dan distribusinya. *Jurnal Ikhtiologi Indonesia*, 6(2), 93-97.
- Rachmawaty, D. (2011). Pengaruh Kegiatan Industri terhadap Kualitas Air Sungai Diwak di Bergas Kabupaten Semarang dan Upaya Pengendalian Pencemaran Air Sungai. *Tesis*. Program Magister Ilmu Lingkungan Universitas Diponegoro Semarang.
- Rahmi, A. & Edison, B. (2019). Identifikasi pengaruh air lindi (*leachate*) terhadap kualitas air sekitar TPA Tanjung Belit. *Jurnal APTEK*, 11(1), 1-6.
- Romdhon, S., Sumindar, & Kusiani, H. 2015. Komposisi jenis ikan hasil tangkapan di Sungai Serayu Bagian Hilir, Jawa Tengah. *Balai Penelitian dan Pemulihan Konservasi Sumberdaya Ikan*. *BTL*, 13(1), 31-35
- Setyawan, N., Martuti, N.K.T., & Peniati, E. (2013). Mikro anatomi insang ikan sebagai indikator pencemaran logam berat di perairan Kaligarang Semarang. *Unnes Journal of Life Science*, 2(1), 50-56.
- Sow A.Y., Ismail, A., & Zulkifli, S.Z. (2012). Copper and zinc speciation in soils from paddy cultivation areas in Kelantan, Malaysia. *Acta Biologica Malaysiana*, 1(1), 26-35.
- Sriwidodo D.W.E., Budiharjo, A., & Sugiyarto. (2013). Keanekaragaman jenis ikan di kawasan *inlet* dan *outlet* Waduk Gajah Mungkur Wonogiri. *Bioteknologi*, 10(2), 43-50.
- Sucman, E., Vávrová, M., Zlámlová, H., & Mahrová, M. (2010). Fish-useful bio indicators for evaluation of contamination in water ecosystems. *Proceedings of the Annual International Conference on Soils, Sediments, Water and Energy*, Volume 11 artikel 3. Tersedia di: <https://scholarworks.umass.edu/soilsproceedings/vol11/iss1/3>.
- Syafei, L.S. & Sudinno, D. (2018). Ikan asing invasif, tantangan keberlanjutan biodiversitas perairan. *Jurnal Penyuluhan Perikanan dan Kelautan*, 12(3), 145-161.
- Umar, C., Kartamihardja, E.S., & Aisyah. (2015). Dampak invasif ikan *red devil* (*Amphilophus citrinellus*) terhadap keanekaragaman ikan di perairan umum daratan di Indonesia. *Jurnal Kebijakan Perikanan Indonesia*, 7(1), 55-61.
- Widiyanto, A.T., Pramonowibowo, & Setiyanto, I. (2016). Pengaruh perbedaan ukuran *mesh size* dan *hanging ratio* serta lama perendaman jaring insang (*gill net*) terhadap hasil tangkapan ikan *red devil* (*Amphilophus labiatus*) di Waduk Sermo, Kulonprogo. *Journal of Fisheries Resources Utilization Management and Technology*, 5(2), 19-26
- Williamson, M. (1973). Species diversity in ecological communities. In: Bartlett, M.S., Horns, R.W. (Eds.), *The Mathematical Theory of The Dynamics of Biological Populations*. London: Academic Press, pp. 325-336.
- Yatim, E.M. & Mukhlis, M. (2013). Pengaruh lindi (*leachate*) sampah terhadap air sumur penduduk sekitar tempat pembuangan akhir (TPA) Air Dingin. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Andalas*, 7(2), 54-59.