

## KOMUNIKASI RINGKAS

### DISTRIBUSI RESIDU ENDOSULFAN DI PERAIRAN PANTAI BARAT SULAWESI SELATAN

Rachmansyah<sup>\*)</sup>, Usman<sup>\*)</sup>, Reni Yulianingsih<sup>\*)</sup> dan I Nyoman Radiarta<sup>\*\*)</sup>

#### ABSTRAK

Peneraan residu endosulfan di perairan Pantai Barat Sulawesi Selatan dan Tenggara telah dilakukan dari bulan Juli sampai dengan September 1995. Kajian bertujuan mengetahui status dan distribusi residu endosulfan di perairan pantai sebagai pertimbangan dalam pemanfaatan dan pengelolaan lingkungan budi daya perikanan pantai secara rasional.

Metode survei diaplikasikan dan contoh diambil secara komposit pada stasiun yang ditetapkan dari wilayah muara ke arah daratan. Posisi geografi lokasi contoh ditentukan dengan menggunakan GPS (*Global Positioning System*). Residu endosulfan dianalisis dari contoh tanah, lumut, kelekap dan trisipan dengan alat bantu gas kromatografi.

Hasil analisis menunjukkan bahwa residu endosulfan dari contoh tanah berkisar dari tidak terdeteksi (tt) sampai 33.296,04 ppb; kelekap (tt - 222,95 ppb); lumut (tt - 659,96 ppb); sedangkan residu endosulfan dalam daging trisipan tidak terdeteksi.

**ABSTRACT:** *Distribution of ndosulfan residue along the west coast of South Sulawesi. By: Rachmansyah, Usman, Reni Yulianingsih dan I Nyoman Radiarta.*

*Investigation on endosulfan residue content in western coastal water of South Sulawesi had been done from August to September 1995 and aimed at identifying their status and distribution for coastal fisheries rational management purposes. Endosulfan residue content could affect the carrying capacity of coastal waters for aquaculture. Therefore, the status and characteristics of coastal waters must be identified deeply through indepth research to assure the sustainability of coastal aquaculture.*

*Survey method was applied to collect the composite sample of soil and benthic organisms. The position of sampling sites was determined using global positioning system (GPS). Endosulfan residue was analysed from soil, "kelekap", filamentous algae and snail (trisipan). The status and distribution of endosulfan residue content in coastal water and their impact on coastal environment and the development of coastal aquaculture were discussed. Endosulfan residue in kelekap, filamentous algae and soil ranged from undetectable to 222.95 ppb, 659.96 ppb, and 33,296.04 ppb respectively. However, trisipan did not accumulate endosulfan.*

**KEYWORDS:** *residues, endosulfan, coastal waters, South Sulawesi*

#### PENDAHULUAN

Ekosistem pantai merupakan kawasan yang mendapatkan tekanan berat baik dari aktivitas yang berasal dari daratan (hulu) maupun dari lepas pantai. Di lain pihak, kegiatan perikanan budi daya pantai umumnya berlokasi di wilayah pantai yang merupakan muara dari berbagai aktivitas di wilayah hulu.

Penggunaan bahan kemikalia pada bidang industri, pertanian secara luas dan rumah tangga yang terjadi di daerah hulu merupakan sumber bahan pencemar potensial yang dapat mempengaruhi kualitas lingkungan perairan. Sebagian besar bahan kemikalia tersebut bersifat toksik dan

persisten di alam serta dibuang ke lingkungan di bawah waktu paruhnya. Dengan demikian, peluang terjadinya pencemaran lingkungan perairan sebagai habitat organisme perairan sangat besar. Menurunnya kualitas lingkungan hidup perikanan berdampak pada penurunan produktivitas dan tingkat higienitas komoditas perikanan budi daya dan mengancam keamanan pangan bagi konsumen.

Penggunaan pestisida dan bahan kemikalia dalam kegiatan pertanian secara luas, di satu pihak telah dapat mengamankan produksi, namun di lain pihak justru dapat menimbulkan dampak negatif terhadap kemungkinan terjadinya resurgensi dan resistensi pada jasad pengganggu itu sendiri, terancamnya sintasan musuh alami yang bukan

<sup>\*)</sup> Peneliti pada Balai Penelitian Perikanan Pantai

merupakan organisme sasaran, meningkatnya kandungan residu pestisida, antibiotika, logam berat dan bahan-bahan toksik lainnya, baik di tanah, air, dan jasad-jasad dalam rantai makanan. Hal tersebut dapat mengarah pada ketidakseimbangan tatanan ekologi sehingga menggagalkan upaya peningkatan produksi baik kuantitas maupun kualitasnya.

Penyebaran dan konsentrasi pestisida dalam lingkungan perairan pernah dilaporkan oleh Duursma & Hanafi (1978), Gorbach *et al.* dalam Duursma & Hanafi (1978) dan Nessa (1981). Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa residu pestisida thiodan di tambak dan sungai berkisar 0,00003-0,007 mg/L; di laut 0,00003-0,00042 mg/L; serta di sawah 0,00015-36 mg/L. Dikemukakan pula bahwa distribusi residu pestisida dalam tubuh ikan banyak didapatkan pada daging, hati dan isi perut, tergantung pada jenis ikan dan lingkungannya. Tarigan & Edward (1989) melakukan pengamatan distribusi logam berat Hg dalam tubuh ikan yang diperoleh dari pasar di Ambon, menunjukkan bahwa kadar Hg dalam daging ikan mencapai <0,001 mg/L lebih rendah dibandingkan dengan dalam otak (0,011-0,023 mg/L) tulang (0,006-0,012 mg/L), dan insang (0,001-0,009 mg/L). Meskipun kajian serupa pernah dilakukan, namun informasi status dan perkembangan pencemaran di perairan pantai perlu dikaji secara berkesinambungan, sebagai upayaantisipasi kerusakan lingkungan secara luas.

Pestisida yang digunakan di tambak walaupun tidak terlalu persisten, pada umumnya dibuang di tambak di bawah waktu paruhnya (Nessa, 1981). Sebagai contoh, Brestan masih beracun setelah hari ke-45 (Djajadiredja & Poernomo dalam Nessa, 1981), sedangkan dalam penggunaannya di tambak sudah dibuang sekitar 7-10 hari. Sedangkan endosulfan masih terdeteksi di tanah tambak pada konsentrasi 0,028-1,044 mg/L pada hari ke-70 setelah aplikasi thiodan antara 0,5-2,0 kg/ha (Rachmansyah, 1988).

Pengaruh hidro-dinamika dan kualitas daerah aliran sungai berperan dalam pendistribusian residu endosulfan di kawasan pantai, di samping dampak dari aplikasi bahan endosulfan tersebut. Dengan diberlakukannya ketentuan produk perikanan yang higienis dan bebas cemaran, maka dituntut adanya proses produksi yang berwawasan lingkungan, sejak dari praproduksi, produksi, panen dan pascapanen, serta pemasaran. Gagalnya proses produksi budi daya perikanan pantai, baik di pembenihan maupun di pembesaran sering diakibatkan oleh kemunduran kualitas lingkungan budi daya baik yang bersumber dari kegiatan

perikanan maupun dari kegiatan lain yang dapat mengancam keberlanjutan manfaat lingkungan perairan pantai sebagai kawasan produksi perikanan yang potensial. Upaya pintas yang sering dilakukan oleh pengelola di bidang perikanan adalah dengan mengaplikasikan beberapa obat-obatan kemikalia yang bersifat persisten. Penggunaan bahan kemikalia ini sering tidak terkontrol dan diaplikasikan dalam dosis yang berlebih, sehingga dikhawatirkan akan terjadi resurgensi dan resistensi pada jasad pengganggu itu sendiri serta biomagnifikasi pada organisme budi daya. Akibatnya, kualitas produk yang dihasilkan dikhawatirkan mengandung bahan kemikalia dalam bentuk residu sehingga berdampak dan membahayakan bagi kesehatan manusia sebagai konsumen.

Data dan informasi tentang tingkat cemaran pestisida dan logam berat di perairan pantai masih terbatas, padahal diperlukan sebagai salah satu dasar penentuan kriteria kelayakan suatu lahan budi daya. Untuk itu, kajian tentang distribusi residu endosulfan pada unsur abiotik dan biotik di perairan pantai menjadi penting untuk dilakukan secara berlanjut sebagai bahan pertimbangan dalam pengelolaan lingkungan secara bijak. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan data dan informasi tentang status dan penyebaran residu endosulfan dalam sedimen dan biota perairan di Pantai Barat Sulawesi Selatan.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dirancang untuk mengetahui status tingkat cemaran pestisida thiodan (endosulfan) di Perairan Pantai Barat Sulawesi Selatan. Lokasi contoh meliputi Kabupaten Pinrang, Parepare, Barru, Pangkep, Maros, Ujung Pandang, dan Takalar.

Metode survai diaplikasikan dalam penelitian ini. Penentuan koordinat (posisi geografi) lokasi contoh dilakukan dengan alat bantu GPS. Komponen lingkungan yang diamati meliputi tanah/sedimen (tambak, muara sungai, laut) dan biota (kelekap, lumut dan trisipan). Pengambilan contoh tanah tambak dilakukan secara komposit dengan bantuan alat bor tanah, sedangkan sedimen di laut diambil dengan alat Eikman Dredge. Masing-masing contoh tanah dan specimen diberi label dan disimpan di dalam kotak bersuhu rendah sekitar 15°C untuk kemudian dianalisis di laboratorium.

Residu endosulfan dianalisis berpedoman pada Hammarstrand (1976) dan Maasfeld (1987) dengan gas kromatografi (Lampiran 1a, 1b dan 1c). Data residu endosulfan disajikan dalam tabel dan gambar, serta dianalisis secara deskriptif.

## HASIL DAN BAHASAN

Hasil analisis 66 contoh terdiri atas contoh tanah (59), kelekap (2), lumut (3), dan daging trisipan (2). Jumlah contoh spesimen sangat sedikit dibandingkan contoh tanah, dikarenakan saat pengambilan contoh dilakukan pada musim kemarau sehingga jarang dijumpai kegiatan budi daya ikan dan udang yang sedang beroperasi. Sekitar 69,5% contoh tanah diambil dari Kabupaten Pangkep. Hal ini dilakukan dengan pertimbangan bahwa (1) hamparan tambak di Kabupaten Pangkep cukup potensial, (2) diduga mendapat dampak pestisida cukup berat dari subsektor pertanian, (3) upaya konversi sawah ke tambak semakin meningkat, (4) terdapat indikasi pemanfaatan lahan tambak yang kurang rasional, (5) sebagian besar petambak pernah mengaplikasikan pestisida thiodan dalam mempersiapkan lahan tambaknya, minimal satu kali setahun, serta (6) hamparan tambak di lokasi contoh akan dijadikan salah satu model pengembangan hamparan

tambak yang disesuaikan dengan daya dukung lingkungan sehingga diperlukan data dasar yang rinci.

Dari hasil pengukuran diketahui bahwa sebanyak 74% sampel positif mengandung residu endosulfan baik dalam bentuk endosulfan  $\alpha$  maupun endosulfan  $\beta$  (Tabel 1, Lampiran 2). Semua jenis contoh yang diambil mengandung endosulfan kecuali daging trisipan yang belum terdeteksi.

Hasil analisis menunjukkan bahwa hampir semua contoh tanah dari lokasi sampel terdeteksi mengandung residu endosulfan. Kandungan residu endosulfan di tanah tambak berkisar dari tidak terdeteksi sampai 33.296,04 ppb. Residu endosulfan  $\alpha$  pada kedalaman tanah tambak <10 cm terdeteksi pada 19,5% contoh, lebih rendah dibandingkan endosulfan  $\beta$  yang mencapai 53,6%. Sedangkan pada kedalaman tanah tambak 100 cm, endosulfan  $\alpha$  terdeteksi pada 50,0% contoh, lebih rendah dibandingkan endosulfan  $\beta$  yang

Tabel 1. Rentang nilai kandungan residu endosulfan (ppb dalam bobot kering) di perairan Pantai Barat Sulawesi Selatan.

Table 1. Range of endosulfan residue content (ppb dry weight) in soil and organism sampled at west coast of South Sulawesi.

Kabupaten <i>Regency</i>	Asal sampel <i>Sample origin</i>	Sampel <i>Sample</i> (n)	Endosulfan $\alpha$	Endosulfan $\beta$
Pinrang	Pond soil <10 m	4	nd-2.75 0.68 + 1.37	nd-52.01 16.97+23.68
Parepare	Sediment of Pare-pare Bay	2	nd	10,16-178.77 94.46 +119.2
Barru	Pond soil < 10 cm	3	nd	nd-16.96 8.14+8.50
Pangkep	Pond soil < 10 cm	23	nd-25.962.70 1993.66+5,797.43	nd-232.96 27.80+58.94
	Pond soil 100 cm	18	nd-33.296.04 1755.36+7,637.93	nd-126.55 37.76+41.02
	Kelekap	2	nd	80.57-222.95 151.76+100.68
	Filamentous algae	3	nd-19.95 6.65+11.52	nd-659.96 374.01+338.67
Maros	Snail meat ("Trisipan")	2	nd	nd
	Pond soil < 10 cm	4	nd-46.52 11.63+23.26	nd-127.57 31.89+63.78
U.Pandang	Pond soil < 10 cm	1	2,170.00	nd
Takalar	Pond soil < 10 cm	4	nd	nd-15.75 53.94+7.87

Permitted pesticide contents is <20 ppb (SK MENEG KLH No.Kep-02/MENKLH/I/1988)

nd = tidak terdeteksi (*not detected*)

mencapai 77,7%. Jenis endosulfan  $\alpha$  hanya terdeteksi pada 28,8% total contoh, sedangkan endosulfan  $\beta$  mencapai 57,6%. Rendahnya frekuensi terdeteksinya endosulfan  $\alpha$  disebabkan oleh degradasi endosulfan  $\alpha$  lebih cepat dibandingkan endosulfan  $\beta$ . Namun data yang diperoleh menunjukkan bahwa tingginya kandungan endosulfan  $\alpha$  pada beberapa contoh dimungkinkan terjadi karena lokasi contoh belum lama berselang mengaplikasikan thiodan, sehingga masih terdeteksi. Sebaran kandungan endosulfan di tanah tambak (Lampiran 2 dan 3), menunjukkan bahwa telah terjadi proses akumulasi endosulfan pada kedalaman tanah tambak mencapai 100 cm, karena bentuk isomer endosulfan  $\beta$  jauh lebih stabil dibandingkan endosulfan  $\alpha$  (Anonim, 1981) sehingga diduga lebih persisten di alam.

Residu pestisida organoklorin lebih tinggi di media lumpur dibandingkan di air (Hill & Wright, 1978) dan akan mengalami akumulasi di dasar perairan (Brown, 1978; Gray *et al.*, 1978). Kandungan residu endosulfan  $\beta$  10,16 ppb yang terdeteksi dalam dasar perairan Teluk Pare-pare pada dua lokasi contoh (04 01'011"; 119 37'228") dan 178,77 ppb pada lokasi contoh (03 59'235"; 199 35'585"), merupakan wilayah buangan air media budi daya tambak dan persawahan di sekitar teluk. Diduga aplikasi thiodan di wilayah daratan telah terdistribusi dan mengendap di dasar perairan Teluk Parepare yang dominan bertekstur pasir berlumpur. Razak (1996) mendapatkan kandungan pestisida organoklorin di perairan Banten berkisar 0,106-17,464 ppb, sementara endrin dan aldrin masing-masing berkisar 3,654-13,461 ppb dan 3,602-6,075 ppb. Kandungan total DDT, Chlordane dan PCB dalam sedimen di Teluk San Fransisco masing-masing mencapai kisaran 0,1-9,0; 0,1-1,5; dan 0,1-8,1 mg/L bobot kering. Sedangkan dalam jaringan hati "striped bass" (*Morone saxatilis*) masing-masing berkisar 103-396; 13-42; dan 35-270 mg/L bobot basah, juga telah terjadi bioakumulasi PCBs di hati yang berasal dari residu dalam sedimen, sehingga dapat dijadikan bioindikator adanya kontaminan golongan organoklorin di perairan (Pereira *et al.*, 1994).

Pestisida baik disengaja maupun tidak, masuk ke dalam sistem perairan melalui udara dan aplikasi di tanah dan air. Penyebarannya dapat melalui angin, air, serta erosi tanah, termasuk dalam kategori ini adalah aliran air permukaan, pembasuhan lahan yang diaplikasi, sistem irigasi yang berasal dari daerah pengguna pestisida, buangan dari pemukiman dan industri, serta migrasi burung (Brown, 1978; Hill & Wright, 1978), juga tergantung pada derajat kemiringan lahan, kehalus-

an partikel tanah, dan derajat penutupan vegetasi (Brown, 1978).

Infiltrasi pestisida pertanian ke dalam perairan tergantung pada formulasi dan aplikasi pestisida, kondisi cuaca, fisika dan kimia tanah, serta kondisi daerah aliran sungai. Faktor-faktor yang mempengaruhi penyebaran pestisida dan nasib pestisida di alam adalah pengenceran, degradasi secara fisika, kimia dan biologi, penyebaran oleh materi biotik dan abiotik, transfer ke dalam rantai makanan, pembesaran secara biologi dan transpor sedimen (umumnya partikel liat, detritus tanaman atau hewan), penguapan, fotodekomposisi, pengaruh arus dan turbulensi, hasil metabolisme ke air akibat kematian biota yang terkontaminasi atau oleh ekskresi hewan (Hill & Wright, 1978; Matsumura, 1974; dan Newman, 1978).

Nilai pH tanah tambak di wilayah survai berkisar 3,96-7,46 dan kandungan bahan organik tanah tambak berkisar 0-28,26%. Kedua parameter tersebut diduga berpengaruh terhadap kandungan residu endosulfan. Menurut Matsumura (1974), persistensi pestisida organoklorin yang paling tinggi didapatkan pada tanah yang banyak mengandung bahan organik dengan kandungan liat yang tinggi dan pH masam. Namun, kandungan bahan organik tanah sangat berperan dalam degradasi pestisida, karena diserap oleh bahan organik, dan bahan organik mendorong pertumbuhan organisme tanah yang dapat melakukan dekomposisi polutan di tanah (Gray *et al.*, 1978). Di antara reaksi biologi, aktivitas mikroba mempunyai peranan yang penting dalam menguraikan pestisida (Cremllyn, 1978; Matsumura, 1974; Newman, 1978).

Pestisida mungkin diserap ke dalam materi abiotik dan biotik yang umumnya berupa partikel suspensi dan sedimen, plankton, invertebrata dan ikan. Residu endosulfan juga terdeteksi pada unsur biotik pada daerah contoh Kabupaten Pangkep, yaitu kelekap dan lumut masing-masing berkisar 80,57-222,95 ppb dan 19,95-659,96 ppb. Hill & Wright (1978) menyatakan bahwa pestisida dapat diserap oleh mikroba perairan, alga flora dan fauna tingkat tinggi, baik secara langsung maupun tidak langsung melalui rantai makanan. Menurut Matsumura (1975), jasad pengganggu (serangga) yang mempunyai kutikula lipofilik dan resisten terhadap substansi polar, sangat mudah dipengaruhi oleh bahan kimia yang apolar. Hal ini berarti molekul pestisida dalam medium polar cenderung terakumulasi di dalam bahan organik, khususnya di dalam sistem biologi. Alga dan bakteri di dalam media air sangat efisien sebagai

pengumpul insektisida, karena ukuran massanya yang sangat kecil sehingga rasio permukaan lebih besar untuk menyerap insektisida (Brown, 1978). Aguirre *et al.* (1994) mendapatkan kadar endosulfan 0,02 mg/L bobot basah dalam daging penyu hijau (*Chelonia mydas*) dari Kepulauan Hawaii.

Oyster dan shell-fish memperoleh nutria melalui penyerapan air secara berkesinambungan, sehingga hewan ini sangat sensitif terhadap insektisida organoklorin yang bersifat lipofilik di dalam perairan (Cremlyn, 1978; Medford & Mackay dalam Psyllidov, 1994) dan dapat mencapai konsentrasi yang tinggi (Hill & Wright, 1978). Dari analisis sampel daging trisipan belum terdeteksi adanya endosulfan. Meskipun demikian, diduga endosulfan pada daging trisipan berada pada konsentrasi yang sangat kecil sehingga tidak terdeteksi dengan alat dan metode yang digunakan. Dari gambar respons kromatogram, residu endosulfan mulai terlihat adanya puncak respon, meskipun belum dapat dihitung konsentrasinya. Hill & Wright (1978), menyatakan bahwa, pestisida dari lingkungan perairan dapat masuk ke dalam organisme hidup, baik secara individual maupun antara organisme yang berbeda melalui rantai makanan. Perpindahan pestisida secara biotik dalam jarak yang panjang ditentukan oleh mobilitas inang dan laju penguraian pestisida. Nicholson *et al.* (1994) mendapatkan total PCB dalam hati ikan "Sand flathead" (*Platycephalus bassensis*) lebih tinggi dibandingkan dalam daging. Diduga ikan tersebut memakan invertebrata dan ikan kecil yang bersifat demersal dan nonmigrasi sehingga terjadi biokonsentrasi dan biomagnifikasi polutan dalam ikan. Ukuran dan umur ikan berperan dalam proses akumulasi polutan, di mana konsentrasi organoklorin meningkat seiring dengan pertumbuhan ikan (Psyllidov *et al.*, 1994).

Residu endosulfan telah terdeteksi di sebagian besar contoh yang diambil di Perairan Pantai Barat Sulawesi Selatan (Lampiran 3). Sebanyak 27 contoh (40,9%) dari total contoh 66, telah terdeteksi mengandung residu endosulfan dengan kisaran 22,71-33.962,04 ppb, lebih tinggi dari ketentuan baku mutu air laut untuk budi daya laut yaitu < 20 ppb. Hal ini mengindikasikan bahwa perairan pantai sebagai kawasan budi daya perikanan telah terkontaminasi oleh cemaran endosulfan yang merupakan salah satu bahan aktif jenis pestisida yang cukup persisten di alam, baik pada unsur abiotik maupun biotik. Masuknya residu pestisida pada unsur biotik atau pada jaringan makanan dapat mengakibatkan terjadinya resurgensi dan resistensi serta proses bioakumulasi pada organisme perairan pantai sehingga mengancam tingkat higienitas produk budidaya dan perubahan sumber

daya genetik akibat terjadinya perubahan keragaman biologi. Derajat residu endosulfan diduga dipengaruhi oleh karakteristik dan pengolahan tanah, frekuensi dan dosis aplikasi, lamanya proses pemakaian pestisida di alam, kondisi hidrodinamika, serta iklim setempat.

Residu endosulfan yang terakumulasi dalam perairan tambak perlu menjadi bahan pertimbangan dalam manajemen budi daya, terutama dalam kegiatan pemberantasan jasad pengganggu di saat melakukan persiapan lahan. Peningkatan dosis dan frekuensi aplikasi pestisida diduga akan berdampak pada kemerosotan kualitas lingkungan budi daya yang mengarah pada kegagalan usaha budi daya itu sendiri, punahnya beberapa jenis biota perairan terutama musuh alami jasad pengganggu, terjadinya resistensi pada jasad pengganggu, dan mengancam keamanan pangan dari produk budi daya. Karena itu, aplikasi pestisida dalam kegiatan budi daya tambak bukan merupakan alternatif yang terbaik dalam manajemen budi daya. Persiapan fisik lahan secara baik dan sempurna tanpa aplikasi pestisida merupakan prioritas dalam upaya mengendalikan jasad pengganggu di tambak.

Dengan memperhatikan kemungkinan dampak aplikasi pestisida dan adanya kandungan residu endosulfan dalam sedimen di perairan pantai, maka dalam pemanfaatan kawasan pantai untuk kegiatan perikanan perlu memperhatikan status dan karakteristik lahan tersebut. Adanya bahan cemaran sampai pada konsentrasi yang membahayakan di media budi daya akan mengancam keberhasilan usaha produksi, menurunkan tingkat higienitas produk, dan mengancam keamanan pangan bagi konsumen. Dengan diberlakukannya perdagangan global, maka persaingan bukan saja pada aspek pemenuhan kesinambungan produk dengan biaya rendah, tetapi aspek keamanan pangan akan menjadi isu yang menentukan keberhasilan perdagangan produk perikanan di pasaran global. Karena itu, pemanfaatan kawasan pantai perlu dilakukan secara rasional dengan memperhatikan pertimbangan lingkungan sehingga diperoleh keberlanjutan dan stabilitas produksi yang kompetitif.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

1. Kandungan endosulfan dalam sedimen tambak di Kabupaten Pinrang, Pangkep, dan Maros lebih tinggi dari kadar yang diperbolehkan dalam media budi daya.

2. Kegiatan pertanian secara luas, terutama dalam kegiatan penanggulangan jasad pengganggu diduga lebih dominan memberikan dampak terhadap residu endosulfan dalam sedimen tambak di Pinrang, Pangkep, dan Maros.

### Saran

Berdasarkan status kandungan residu endosulfan di Perairan Pantai Barat Sulawesi Selatan, maka di beberapa lokasi contoh telah terjadi kontaminasi bahan cemaran endosulfan yang melewati ambang yang ditetapkan untuk kelayakan usaha perikanan budi daya pantai. Karena itu, data status dan penyebaran residu endosulfan di dalam sedimen tambak di Pantai Barat Sulawesi Selatan dapat dijadikan acuan dalam pengelolaan budi daya perikanan pantai yang bersahabat dengan lingkungan.

Secara teknis untuk mengurangi residu endosulfan dalam sedimen tambak dapat dilakukan dengan cara pengeringan disertai dengan pembalikan atau pencangkulan tanah, perendaman dan pencucian dasar tambak untuk menguapkan, melarutkan dan membuang residu endosulfan yang terserap di dalam tanah. Di samping itu, perlu menghindari penggunaan pestisida yang telah dilarang penggunaannya untuk tanah berair yang umumnya bersifat persisten seperti Thiodan dan Akodan yang mengandung bahan aktif endosulfan.

Keberlanjutan kemunduran mutu produk budi daya perikanan pantai akibat kemunduran mutu lingkungan harus dihindari, karena itu diperlukan langkah-langkah di antaranya:

1. Melakukan monitoring kualitas lingkungan perairan pantai secara berkala sebagai upaya pengendalian.
2. Melaksanakan peraturan yang berlaku menyangkut pemakaian jenis-jenis pestisida yang direkomendasikan sesuai peruntukannya secara konkrit, melalui pengaturan distribusi dan pemasaran pestisida dengan pendekatan kelompok petani target serta pemantauan dan pemberian sanksi hukum yang ketat bagi pelanggarnya.
3. Meningkatkan kegiatan penyuluhan dan pengawasan melalui kontrol sosial yang melembaga dengan menumbuhkembangkan kesadaran lingkungan dinilai cukup efektif untuk menghindari kerusakan lingkungan perairan pantai yang lebih parah.
4. Mengembalikan proporsi yang seimbang antara kawasan penyangga dengan lahan pe-

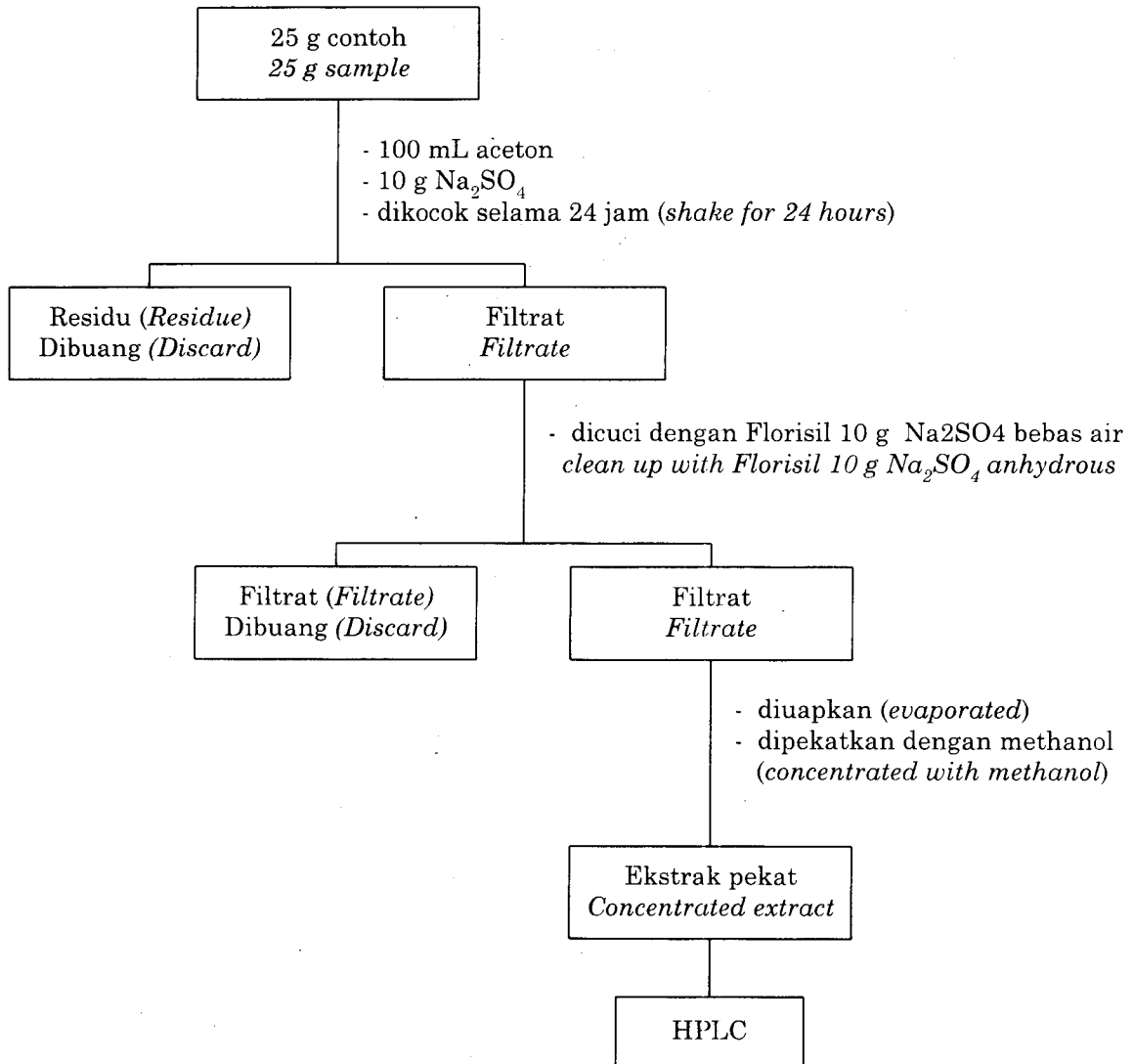
ngembangan di antaranya dengan melakukan kegiatan reboisasi kawasan pesisir.

### DAFTAR PUSTAKA

- Aguirre, A.A., Balazs, G.H., Zimmerman, B. and Galey, F.D. 1994. Organic contaminants and trace metals in tissues of Green Turtles (*Chelonia mydas*) afflicted with fibropapillomas in Hawaiian Islands. *Marine Pollution Bull.*, Vol.28(2):109-114.
- Anonim, 1981. *Thiodan, Technical Information Agust 1981*. Hoechst Aktiengesellschaft, Verkauf Landwirtschaft/Beratung, D-6230 Frankfurt am Main 80. 24p.
- Brown, A.W.A., 1978. *Ecology of Pesticides*. A Wiley-Interscience Publication, John Wiley & Sons, New York.
- Cremlyn, R. 1978. *Pesticides: Preparation and Mode of Action*. John Wily & Sons, Chichester, New York, Toronto.
- Duursma, E.K. and Hanafi, A. 1978. Use of pesticides in brackishwater ponds: 3. Distribution of chlorinate pesticides in environmental samples. *Bull. Shrimp Cult. Res. Cent.*, II (1+2):114-142.
- Gray, T.R.G., Jones, J.G. and Wright, S.J.L. 1978. Microbiological aspect of the soil, plant, aquatic, air, and animal environments. In Hill, I.R. and S.J.L. Wright, (Eds.), *Pesticide Microbiology: Microbial Aspect of Pesticide Behaviour in the Environment*. Academic Press, London. 18-78
- Hammarstrand, K. 1976. Gas chromatographic analysis of pesticides. Varian Associates, Hansenway, PALO ALTO.
- Hill, I.R. and Wright, S.J.L. 1978. The behaviour and fate of pesticides in microbial environments. In Hill, I.R. and Wright, S.J.L. (Eds.), *Pesticide Microbiology: Microbial Aspects of Pesticide Behaviour in the Environment*. Academic Press, London. 79-136
- Maasfeld, W. 1987. Method of gas chromatographic determination of residue of the fungicide folicur in plant material, soil and water. *Planzenschutz Nachrichten*. Bayer. 40(58):29-48.
- Matsumura, F. 1974. Mikrobial degradation of pesticides. In Khan, M.A.Q. and Berdeka, J.P. (Eds.), *Survival in Toxic Environments*. Academic Press, Inc., New York, San Fransisco, London. 129-154
- Matsumura, F. 1975. *Toxicology of Insecticides*. Plenum Press, New York and London.
- Nessa, M.N. 1981. *Pengaruh Sampingan Penggunaan Pestisida dan Pupuk di Tambak Terhadap Organisme Estuaria*. Fakultas Pasca-sarjana, IPB, Bogor.
- Newman, J.F. 1978. Pesticides. In Hill, I.R. and Wright, S.J.L. (Eds.), *Pesticide Microbiology: Mikrobial Aspects of Pesticide Behaviour in the Environment*. Academic Press, London. 1-17
- Nicholson, G.J., Theodoropoulos, T. and Fabris, G.J. 1994. Hydrocarbons, pesticides, PCB and PAH in

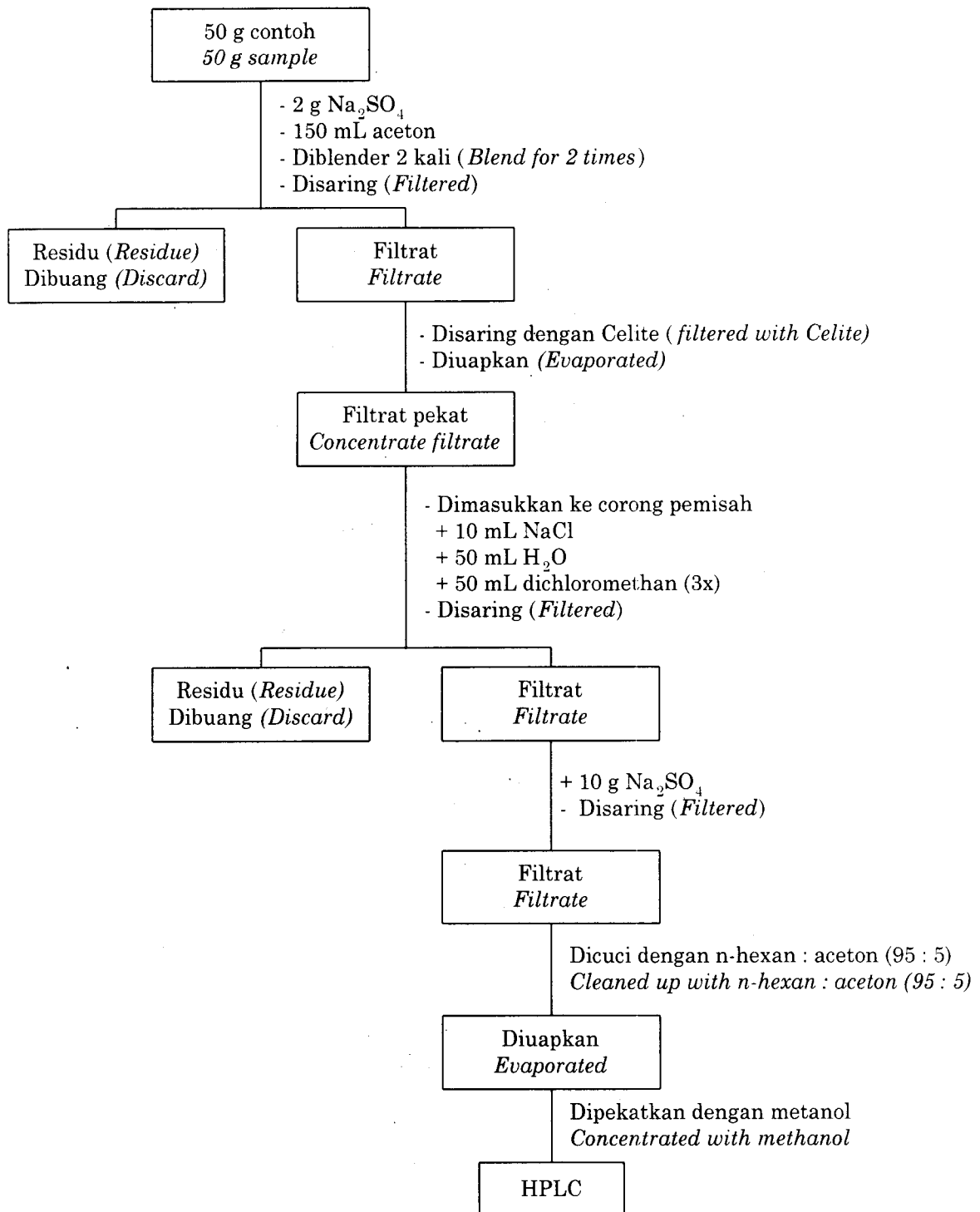
- Port Phillip Bay (Victoria) Sand Flathead. *Marine Pollution Bull.*, Vol. 28(2):115-120.
- Pereira, W.E., Hostettler, F.D., Cashman, J.R. and Nishioka, R.S. 1994. Occurrence and distribution of organoklorine compounds in sediment and livers of striped bass (*Morone saxatilis*) from the San Francisco Bay-Delta Estuary. *Marine Pollution Bull.*, 28(7):434-441.
- Psyllidov, R.G., Gregoriades, E.G. and Vssilopoulou, V. 1994. Monitoring of organochlorine residues in Red Mullet (*Mullus barbatus*) from Greek Waters. *Marine Pollution Bull.*, 28 (2):121-123.
- Rachmansyah. 1988. *Dampak Penggunaan Pestisida terhadap Jumlah dan Keragaman Kelekap serta Produksi Biomassa Benur Windu*. Tesis, Fakultas Pascasarjana, Universitas Hasanuddin, Ujung Pandang. 104 pp.
- Razak, H.. 1996. Studi pendahuluan pestisida organoklorin di perairan Banten. *Makalah disajikan pada Seminar Nasional Wilayah Pantai, Aspek Manajemen dan Dinamika Biofisika Jepara*, 20-23 Oktober 1996.
- Tarigan, Z. dan Edward. 1989. Pengamatan distribusi logam berat (Hg) dalam tubuh ikan dari pasar ikan Ambon. *Dalam Soemodihardjo, S. et al. (Eds.). Teluk Ambon II: Biologi, Perikanan, Oseanografi dan Geologi*. Balai Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Laut, P3O-LIPI. Ambon. 63-66

Lampiran 1a. Prosedur analisis residu endosulfan di tanah.  
Appendix 1a. Procedure of endosulfan residue analysis soil.

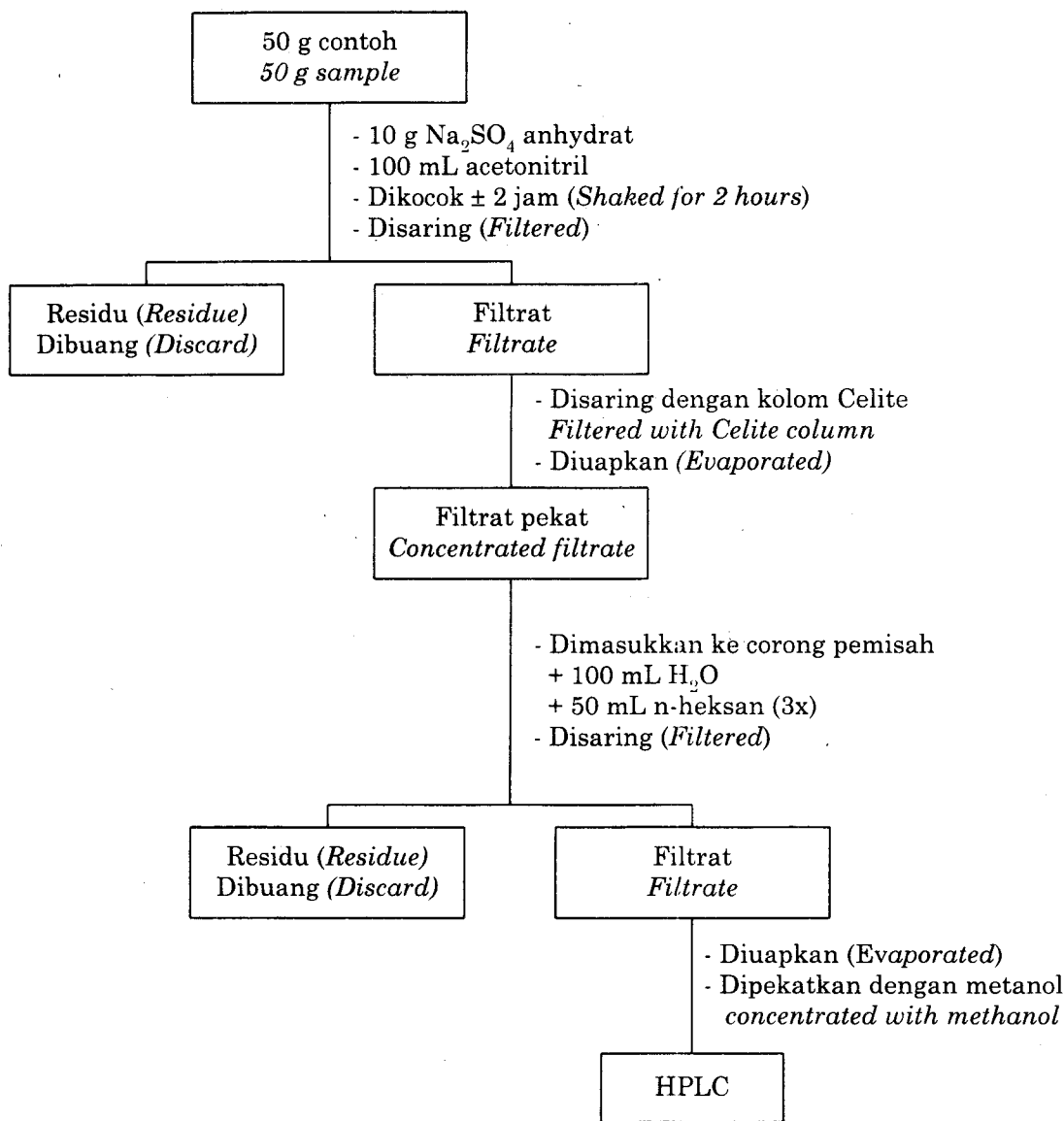




Lampiran 1b. Prosedur analisis residu endosulfan di lumut.  
Appendix 1b. Procedure of endosulfan residue analysis in bryophyte (algae).



Lampiran 1c. Prosedur analisis residu endosulfan di daging trisipan.  
Appendix 1c. Procedure of endosulfan residue analysis in trisipan meat.



Lampiran 2. Kualitas tanah dan residu endosulfan (mg/L bobot kering) di Perairan Pantai Barat Sulawesi Selatan (Agustus-September 1995).

Appendix 2. Qualities of soil and endosulfan (mg/L dry weight) in the west coast of South Sulawesi (August-September, 1995).

Sampel awal Initial sample	Latitude (Longitude)		Tekstur tanah (Soil texture) (%)			pH	Bahan organik Organic matter (%)	Endosulfan		Total endosulfan Total of Endosulfan
	S	E	Pasir Sand	Liat Loam	Lempung Clay			a	b	
<b>Kabupaten Pinrang (Pinrang Regency)</b>										
Pond soil < 10 cm	03 34' 596"	119 31' 305"	33.34	61.69	4.97	6.86	4.96	nd	nd	nd
	03 36' 317"	119 30' 422"	80.80	14.62	4.58	6.66	2.75	nd	52.01	52.01
	03 45' 120"	119 29' 248"	39.85	30.23	29.92	6.96	2.85	nd	5.70	5.70
	03 49' 734"	119 30' 762"	55.70	39.06	5.24	5.85	2.41	2.75	9.18	11.93
<b>Kabupaten Parepare (Parepare Regency)</b>										
Sediment of Parepare Bay	04 01' 111"	119 37' 228"	3.09	94.32	2.59	7.32	1.00	nd	10.16	10.16
	03 59' 235"	119 35' 585"	81.37	15.98	2.65	7.46	1.67	nd	178.77	178.77
<b>Kabupaten Barru (Barru Regency)</b>										
Pond soil < 10 cm	04 20' 168"	119 37' 705"	30.09	64.74	5.17	7.16	4.31	nd	nd	nd
	04 19' 674"	119 38' 684"	27.86	60.42	11.72	6.97	4.41	nd	16.96	16.96
	04 25' 334"	119 36' 154"	21.49	68.63	9.93	5.39	8.05	nd	7.45	7.45
<b>Kabupaten Pangkep (Pangkep Regency)</b>										
Pond soil < 10 cm	04 52' 898"	119 35' 712"	22.99	65.34	6.67	5.09	0	1.78	5.13	6.91
Pond soil 100 cm						5.88	0.93	2.48	3.7	6.18
Pond soil < 10 cm	04 53' 360"	119 35' 592"	24.12	70.10	5.78	5.84	16.77	2.5962	nd	25.962.70
Pond soil 100 cm						4.67	22.61	33.296	12.89	33.308.90
Pond soil < 10 cm	04 51' 052"	119 30' 792"	10.18	67.84	21.98	6.85	0.27	nd	nd	nd
Pond soil 100 cm						5.52	4.26	nd	38.63	38.63
Pond soil 100 cm	04 51' 417"	119 34' 461"	7.98	59.62	32.40	6.97	2.00	nd	11.42	11.42
Pond soil < 10 cm	04 50' 385"	119 30' 342"	60.74	31.83	7.43	5.64	8.03	10.375	nd	10.375.19
Pond soil 100 cm						6.18	6.49	31.16	47.77	78.93
Pond soil < 10 cm	04 50' 573"	119 30' 288"	5.75	86.43	7.82	6.04	4.81	7.520.8	nd	7.520.81
Pond soil 100 cm						6.07	6.14	nd	47.5	47.5
Pond soil < 10 cm	04 51' 392"	119 30' 414"	4.11	90.35	5.54	6.17	1.92	nd	9.3	9.3

nd = tidak ada data (no data)

Lampiran 2. (lanjutan)  
Appendix 2. (continued)

Sampel awal Initial sample	Latitude (Longitude)		Tekstur tanah (Soil texture) (%)			pH	Bahan organik Organic matter (%)	Endosulfan		Total endosulfan Total of Endosulfan
	S	E	Pasir Sand	Liat Loam	Lempung Clay			a	b	
<b>Kabupaten Pinrang (Pinrang Regency)</b>										
Pond soil < 10 cm	03 34' 596"	119 31' 305"	38.34	61.69	4.97	6.86	4.96	nd	nd	nd
	03 36' 317"	119 30' 422"	80.80	14.62	4.58	6.66	2.75	nd	52.01	52.01
	03 45' 120"	119 29' 248"	39.55	30.23	29.92	6.96	2.85	nd	5.70	5.70
	03 49' 734"	119 30' 762"	55.70	39.06	5.24	5.85	2.41	2.75	9.18	11.93
<b>Kabupaten Parepare (Parepare Regency)</b>										
Sediment of Parepare Bay	04 01' 111"	119 37' 228"	3.09	94.32	2.59	7.32	1.00	nd	10.16	10.16
	03 59' 235"	119 35' 585"	81.37	15.98	2.65	7.46	1.67	nd	178.77	178.77
<b>Kabupaten Barru (Barru Regency)</b>										
Pond soil < 10 cm	04 20' 168"	119 37' 705"	30.09	64.74	5.17	7.16	4.31	nd	nd	nd
	04 19' 674"	119 38' 684"	27.86	60.42	11.72	6.97	4.41	nd	16.96	16.96
	04 25' 334"	119 36' 154"	21.49	68.63	9.93	5.39	8.05	nd	7.45	7.45
<b>Kabupaten Pangkep (Pangkep Regency)</b>										
Pond soil < 10 cm	04 52' 898"	119 35' 712"	22.99	65.34	6.67	5.09	0	1.78	5.13	6.91
Pond soil 100 cm						5.88	0.93	2.48	3.7	6.18
Pond soil < 10 cm	04 53' 360"	119 35' 592"	24.12	70.10	5.78	5.84	16.77	2.5962	nd	25.962.70
Pond soil 100 cm						4.67	22.61	33.296	12.89	33.308.90
Pond soil < 10 cm	04 51' 052"	119 30' 792"	10.18	67.84	21.98	6.85	0.27	nd	nd	nd
Pond soil 100 cm						5.52	4.26	nd	38.63	38.63
Pond soil 100 cm	04 51' 417"	119 34' 461"	7.98	59.62	32.40	6.97	2.00	nd	11.42	11.42
Pond soil < 10 cm	04 50' 385"	119 30' 342"	60.74	31.83	7.43	5.64	8.03	10.375	nd	10.375.19
Pond soil 100 cm						6.18	6.49	31.16	47.77	78.93
Pond soil < 10 cm	04 50' 573"	119 30' 288"	5.75	86.43	7.82	6.04	4.81	7.520.8	nd	7.520.81
Pond soil 100 cm						6.07	6.14	nd	47.5	47.5
Pond soil < 10 cm	04 51' 392"	119 30' 414"	4.11	90.35	5.54	6.17	1.92	nd	9.3	9.3

nd = tidak ada data (no data)

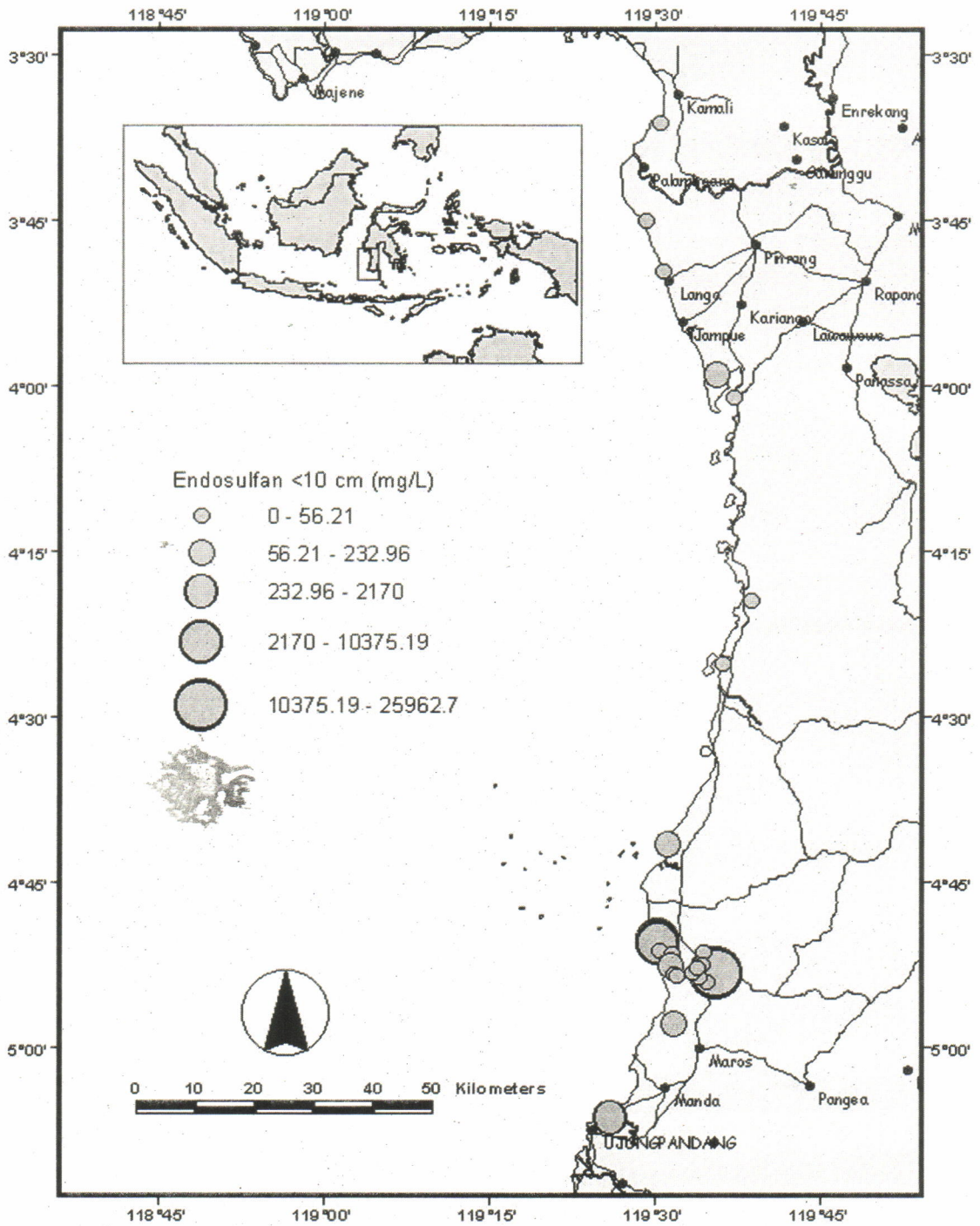
Lampiran 2. (lanjutan)  
Appendix 2. (continued)

Sampel awal Initial sample	Latitude (Longitude)		Tekstur tanah (Soil texture) (%)			pH	Bahan organik Organic matter (%)	Endosulfan		Total endosulfan Total of Endosulfan
	S	E	Pasir Sand	Liat Loam	Lempung Clay			a	b	
<b>Kabupaten Pinrang (Pinrang Regency)</b>										
Pond soil < 10 cm	03 34' 596"	119 31' 305"	33.34	61.69	4.97	6.86	4.96	nd	nd	nd
	03 36' 317"	119 30' 422"	80.80	14.62	4.58	6.66	2.75	nd	52.01	52.01
	03 45' 120"	119 29' 248"	39.85	30.23	29.92	6.96	2.85	nd	5.70	5.70
	03 49' 734"	119 30' 762"	55.70	39.06	5.24	5.85	2.41	2.75	9.18	11.93
<b>Kabupaten Parepare (Parepare Regency)</b>										
Sediment of Parepare Bay	04 01' 111"	119 37' 228"	3.09	94.32	2.59	7.32	1.00	nd	10.16	10.16
	03 59' 235"	119 35' 585"	81.37	15.98	2.65	7.46	1.67	nd	178.77	178.77
<b>Kabupaten Barru (Barru Regency)</b>										
Pond soil < 10 cm	04 20' 168"	119 37' 705"	30.09	64.74	5.17	7.16	4.31	nd	nd	nd
	04 19' 674"	119 38' 684"	27.86	60.42	11.72	6.97	4.41	nd	16.96	16.96
	04 25' 334"	119 36' 154"	21.49	68.63	9.93	5.39	8.05	nd	7.45	7.45
<b>Kabupaten Pangkep (Pangkep Regency)</b>										
Pond soil < 10 cm	04 52' 898"	119 35' 712"	22.99	65.34	6.67	5.09	0	1.78	5.13	6.91
Pond soil 100 cm						5.88	0.93	2.48	3.7	6.18
Pond soil < 10 cm	04 53' 360"	119 35' 592"	24.12	70.10	5.78	5.84	16.77	2,5962	nd	25,962.70
Pond soil 100 cm						4.67	22.61	33,296	12.89	33,308.90

nd = tidak ada data (no data)

Lampiran 3a. Distribusi residu endosulfan (ppb bobot kering) di tanah tambak (kedalaman < 10 cm) Pantai Barat Sulawesi Selatan.

Appendix 3a. Distribution of endosulfan residue (ppb dry weight) in brackishwater pond soil (depth of < 10 cm) at west coast of South Sulawesi.



Lampiran 3b. Distribusi residu endosulfan (ppb bobot kering) di tanah tambak (kedalaman 100 cm) Pantai Barat Sulawesi Selatan.

Appendix 3b. Distribution of endosulfan residue (ppb dry weight) in brackishwater pond soil (depth of 100 cm) at west coast South Sulawesi.

