

**PENGARUH DOSIS LIMBAH PENGOLAHAN KELAPA SAWIT  
(LUMPUR MINYAK SAWIT) DAN PADAT PENEBARAN  
TERHADAP PERTUMBUHAN IKAN BANDENG  
(*Chanos chanos* Forskal)**

SKRIPSI

OLEH

**NASMIA**



PERPUSSTAKAAN PUSAT UNIV. HASANUDDIN	
Tgl. terima	22-05-95
Asal dari	-
Banyaknya	1 (satu)
Harga	Hadiah
No. Inventaris	95 23 05 234
No. 2138	

FAKULTAS PETERNAKAN DAN PERIKANAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
UJUNG PANDANG

1995

## RINGKASAN

NASMIA. Pengaruh Dosis Limbah Pengolahan Kelapa Sawit (Lumput Minyak Sawit) dan Padat Penebaran Terhadap Pertumbuhan Ikan Bandeng (*Chanos chanos* Forsskal). (Di bawah bimbingan : ARSYUDDIN SALAM, sebagai ketua, WINARNI D. MONOARFA dan DAUD THANA sebagai anggota).

Penelitian ini dilaksanakan di Unit Pertambakan Universitas Hasanuddin, Kecamatan Tallo, Kotamadya Ujung Pandang dari tanggal 10 Agustus sampai 19 Oktober 1994.

Penelitian ini bertujuan untuk melihat pengaruh dosis yang tepat terhadap pertumbuhan dan tingkat kelangsungan hidup ikan bandeng (*Chanos chanos* Forsskal).

Wadah yang digunakan dalam penelitian ini adalah bak kayu yang berlapis plastik dengan ukuran 1 x 1 x 0,7 m sebanyak 18 buah. Bak-bak kayu tersebut diberi tanah tambak setebal 15 cm lalu diisi air tambak setinggi 40 cm, dimana tiap bak diisi dengan benih ikan bandeng sesuai dengan padat penebaran masing-masing.

Parameter utama yang diamati adalah pertumbuhan, kelangsungan hidup dan produksi ikan bandeng. Sedangkan parameter penunjang yang diukur ialah : (1) Kualitas air media (suhu, salinitas, pH, oksigen terlarut, CO<sub>2</sub> bebas, NH<sub>3</sub>, ortofosfat, NO<sub>3</sub>), (2) Kualitas tanah (tekstur, pH, N-total, P-tersedia, C-organik).

Penelitian ini merupakan percobaan faktorial yang dirancang menurut Rancangan Acak Lengkap (RAL). Dua faktor yang diuji yaitu : (A) Padat penebaran ( $A_1$  : 10 ekor/bak,  $A_2$  : 20 ekor/bak), dan (B) Dosis lumpur minyak kelapa sawit ( $B_1$  : 0 g/bak,  $B_2$  : 150 g/bak, dan  $B_3$  : 300 g/bak).

Pemberian lumpur sawit berpengaruh terhadap pertumbuhan dan produksi biomassa ikan bandeng (dipengaruhi oleh dosis lumpur sawit dan padat penebaran, tetapi tidak dipengaruhi interaksi antara keduanya) dan juga tidak berpengaruh terhadap tingkat kelangsungan hidup ikan bandeng.

Uji orthogonal menunjukkan bahwa pertumbuhan relatif yang optimal didapatkan pada dosis 186 g/bak, sedangkan yang terendah pertumbuhan relatif dan produksi biomassa adalah pada perlakuan tanpa pemberian lumpur minyak sawit dengan padat penebaran 20 ekor/bak. Kelangsungan hidup terendah diperoleh pada pemberian lumpur minyak sawit 300 g/bak dengan padat penebaran 20 ekor/bak.

Kualitas air media yang meliputi suhu, salinitas, pH, oksigen terlarut,  $CO_2$  bebas,  $NH_3$ , ortofosfat,  $NO_3$ ) dan kualitas tanah yang meliputi tekstur, pH, N-total, P-tersedia, C-organik memperlihatkan masih dalam batas-batas yang sesuai bagi pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan bandeng.

PENGARUH DOSIS LIMBAH PENGOLAHAN KELAPA SAWIT  
(LUMPUR MINYAK SAWIT) DAN PADAT PENEBARAN  
TERHADAP PERTUMBUHAN IKAN BANDENG  
(*Chanos chanos* Forsskal)

Oleh :

N A S M I A

Skripsi Sebagai Salah Satu Syarat  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana  
Pada  
Fakultas Peternakan dan Perikanan  
Universitas Hasanuddin

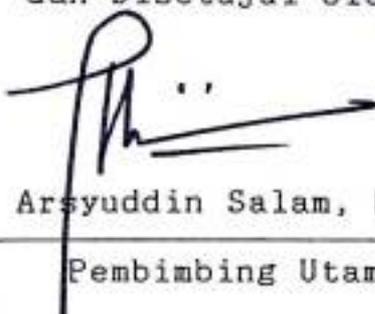
Jurusan Perikanan  
Fakultas Peternakan dan Perikanan  
Universitas Hasanuddin  
Ujung Pandang

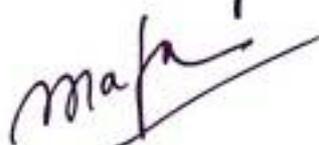
Judul Skripsi : Pengaruh Dosis Limbah Pengolahan  
Kelapa Sawit (Lumpur Minyak Sawit)  
dan Padat Penebaran Terhadap  
Pertumbuhan Ikan Bandeng (*Chanos  
chanos* Forskal)

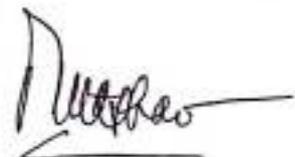
Nama : N a s m i a

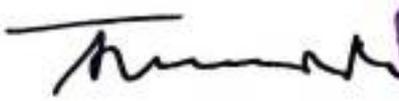
Nomor Pokok : 89 06 117

Skripsi Telah Diperiksa  
dan Disetujui Oleh :

  
Ir. H. Arsyuddin Salam, M. Agr. Fish  
Pembimbing Utama

  
Ir. Winarni D. Monoarfa, MS  
Pembimbing Anggota

  
Ir. Daud Thana  
Pembimbing Anggota

  
DR. Ir. Thamrin Idris  
D e k a n



  
H. I Nengah Sutika, MS  
Ketua Jurusan

Tanggal Lulus : 13 April 1995

## KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, karena atas izin dan perkenaan jualah sehingga skripsi ini dapat selesai pada waktunya meskipun dalam bentuk sederhana.

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Bapak Ir. H. Arsyuddin Salam, M. Agr Fish. selaku pembimbing utama, Ibu Ir. Winarni D. Monoarfa, MS dan Bapak Ir. Daud Thana selaku pembimbing anggota yang telah banyak meluangkan waktunya dalam membimbing penulis selama ini. Ucapan yang sama ditujukan kepada seluruh mahasiswa perikanan dan rekan Andi Mia Syukur atas kerja samanya yang baik selama penelitian hingga rampungnya laporan ini. Demikian pula kepada sahabatku Ir. Cheng, Zanti, Indry, Ir. Uci, Ir. Nini, Ir. Arifuddin, Ir. Burhanuddin, Ir. Lukman, Ir. Rafik, Erwan, Ir. H. Icha serta rekan-rekan lainnya yang tak sempat penulis sebutkan satu persatu, atas bantuan dan dorongan baik langsung maupun tidak langsung dalam penelitian ini. Tak lupa kami ucapkan banyak terima kasih kepada Ir. Marsudi atas bantuannya.

Sembah sujud dan ucapan terima kasih yang tak terhingga penulis sampaikan kepada Ayahanda Nawawi dan Ibunda Monneng serta kepada saudara-saudaraku Anwar, SE, Anto, SE, Heri serta seluruh keluarga atas doa pengertian dan dorongan yang begitu besar kepada penulis.

Akhir kata, meskipun skripsi ini masih jauh dari sempurna namun penulis mengharapkan semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Amiin.

Ujung Pandang, Pebruari 1995

N a s m i a

## DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR .....	vi
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR TABEL .....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	x
PENDAHULUAN .....	1
Latar Belakang .....	1
Tujuan dan Kegunaan .....	3
TINJAUAN PUSTAKA .....	4
Ikan Bandeng .....	4
Pemupukan Tambak .....	6
Lumpur Sawit .....	8
Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup .....	10
Kualitas Air dan Tanah .....	11
METODE PENELITIAN .....	15
Waktu dan Tempat .....	15
Materi Penelitian .....	15
- Wadah Penelitian .....	15
- Pupuk .....	15
- Organisme Uji .....	15
Metode Penelitian .....	16
- Rancangan Percobaan .....	16
- Prosedur Penelitian .....	17
- Pelaksanaan Penelitian .....	18

Pengukuran Peubah .....	19
- Peubah yang Diamati .....	19
- Cara Pengukuran Peubah .....	19
- Analisa Data .....	22
HASIL DAN PEMBAHASAN .....	23
Pertumbuhan Relatif .....	23
Tingkat Kelangsungan Hidup .....	30
Produksi Biomassa .....	35
Kualitas Air dan Tanah .....	40
KESIMPULAN DAN SARAN .....	43
Kesimpulan .....	43
Saran .....	43
DAFTAR PUSTAKA .....	44
LAMPIRAN - LAMPIRAN .....	48

## DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1.	Komposisi Kandungan Unsur hara Sludge .....	9
2.	Kombinasi Perlakuan yang Dicobakan .....	16
3.	Urutan Kegiatan Persiapan dan Pelaksanaan Penelitian .....	18
4.	Peubah Fisika Kimia Air dan Tanah yang Diukur dan Cara serta Alat yang digunakan .....	21
5.	Berat Rata-Rata Individu Ikan Bandeng ( <i>Chanos chanos</i> Forsskal) Pada Setiap Minggu Pengamatan .....	23
6.	Laju Pertumbuhan Relatif Ikan Bandeng ( <i>Chanos chanos</i> Forsskal) Pada Berbagai Kombinasi Perlakuan Selama Penelitian .....	24
7.	Pertumbuhan Relatif Ikan Bandeng Pada Padat Penebaran dan Dosis Lumpur Sawit yang Berbeda.	25
8.	Nilai Rata-Rata Tingkat Kelangsungan Ikan Bandeng ( <i>Chanos chanos</i> Forsskal) Pada Semua Perlakuan Selama Penelitian .....	30
9.	Tingkat Kelangsungan Hidup ikan Bandeng Pada Padat Penebaran dan Dosis Lumpur Sawit yang Berbeda .....	32
10.	Nilai Rata-Rata Produksi Biomassa Ikan Bandeng Pada Semua Kombinasi Perlakuan Selama Penelitian .....	35
11.	Produksi Biomassa Ikan Bandeng Pada Padat Penebaran dan Dosis Lumpur Minyak Sawit yang Berbeda .....	37

## LAMPIRAN

1.	Data-Data Hasil Pengamatan Selama Penelitian .	48
2.	Daftar Sidik Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Laju Pertumbuhan Relatif Ikan Bandeng .....	49

3.	Analisa Sidik Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Tingkat Kelangsungan Hidup Ikan Bandeng .	50
4.	Daftar Sidik Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Produksi Biomassa Ikan Bandeng .....	51
5.	Suhu Air Media ( $^{\circ}\text{C}$ ) Selama Penelitian .....	52
6.	Salinitas Air Media ( $^{\circ}/_{00}$ ) Selama Penelitian ..	53
7.	Nilai pH Air Media Selama Penelitian .....	54
8.	Konsentrasi Oksigen Terlarut (ppm) dalam Air Media Selama Penelitian .....	55
9.	Konsentrasi $\text{CO}_2$ bebas (ppm) dalam Air Media Selama Penelitian .....	56
10.	Konsentrasi Amoniak (ppm $\text{N-NH}_3$ ) dalam Air Media Selama Penelitian .....	57
11.	Konsentrasi Fosfat (ppm $\text{P-PO}_4$ ) dalam Air Media Selama Penelitian .....	58
12.	Konsentrasi Nitrat (ppm $\text{N-NO}_3$ ) dalam Air Media Selama Penelitian .....	59
13.	Kualitas Tanah Percobaan Selama Penelitian ....	60
14.	Kualitas Tanah Awal Sebelum Penelitian .....	61
15.	Hasil Analisa Lumpur Minyak Sawit .....	61

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang



Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki potensi besar dibidang perikanan. Potensi yang besar tersebut memberikan tantangan yang besar pula, yaitu bagaimana dapat memnafaatkannya secara optimal.

pemanfaatan hasil perairan seperti ikan dan udang, selain sebagai sumber devisa negara dan pendapatan nelayan, juga menjadi sumber protein bagi masyarakat yang banyak diperoleh melalui usaha penangkapan. Pengelolaan sumber daya ini tidaklah mencukupi bila hanya bertumpu dari hasil penangkapan di laut saja. Oleh karena itu salah satu usaha yang dilakukan adalah usaha budidaya di tambak dengan tujuan untuk memelihara ikan atau udang.

Ikan bandeng (*Chanos chanos* Forsskal) telah lama dikenal di Indonesia, Filipina dan Taiwan sebagai ikan yang banyak dipelihara di tambak (Martosudarmo dkk., 1984). Namun sampai saat ini produksi rata-rata di Indonesia masih rendah yaitu 500 kg/ha/tahun dibandingkan dengan produksi rata-rata di Filipina dan Taiwan yaitu masing-masing 1000 dan 2000 kg/ha/tahun. Salah satu faktor yang menghambat peningkatan produksi bandeng di Indonesia ialah pemakaian pupuk baik organik maupun anorganik yang masih sedikit atau penggunaannya kurang berhasil (Kusnender dan Sudjiharno, 1984).

Pupuk yang umum digunakan di tambak ada dua macam yaitu pupuk organik dan an-organik. Pupuk an-organik merupakan pupuk buatan yang telah dikomposisikan sedemikian rupa sehingga dapat memenuhi kebutuhan tambak untuk menumbuhkan makanan alami. Sedangkan pupuk organik umumnya bersumber dari ternak, rumput-rumputan, air limbah peternakan, limbah rumah tangga, limbah pengolahan susu dan berbagai hasil limbah industri (Hickling, 1971).

Dalam pengolahan kelapa sawit di hasilkan minyak sawit (Palm Oil) dan minyak sawit inti (Palm Kernel Oil). Hasil pengolahan inti mempunyai banyak kegunaan, baik sebagai bahan pangan ataupun non-pangan seperti sabun. Disamping hasil utamanya terdapat tiga jenis hasil ikutan industri pengolahan kelapa sawit yang dimanfaatkan sebagai pakan ternak yaitu, bungkil kelapa sawit, lumpur minyak sawit dan serat buah sawit.

Dari hasil pengolahan buah kelapa sawit dengan produksi pertama 10 - 15 ton/ha/tahun, diperoleh lumpur sawit kering 2 %, serat sawit 12 %, dan 2,25 % bungkil inti sawit, sehingga dihasilkan limbah yang cukup besar (Fauzia, 1991).

Di antara limbah tersebut, lumpur minyak sawit merupakan salah satu sumber pupuk organik di Sulawesi Selatan, dimana usaha memanfaatkannya secara terencana belum ada dan sampai saat ini masih merupakan bahan terbuang dan merupakan bahan pencemaran lingkungan, seperti

pada pabrik minyak kelapa sawit di kabupaten Luwu, Sulawesi-Selatan.

Untuk mengatasi kesulitan pembuangan limbah kelapa sawit (lumpur minyak sawit) tersebut cara yang paling baik adalah dengan memanfaatkan untuk tujuan yang lebih produktif, antara lain sebagai pupuk organik di tambak. Berdasarkan hal tersebut maka diperlukan adanya suatu penelitian mengenai dosis lumpur sawit yang tepat terhadap pertumbuhan ikan bandeng (*Chanos chanos*).

#### Tujuan dan Kegunaan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dosis lumpur sawit yang tepat terhadap pertumbuhan dan tingkat kelangsungan hidup ikan bandeng (*Chanos chanos* Forsskal).

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan sumbangan informasi yang bermanfaat bagi masyarakat, utamanya bagi petani tambak mengenai pemanfaatan limbah kelapa sawit (lumpur minyak sawit) sebagai pupuk organik.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Klasifikasi dan Morfologi Ikan Bandeng

Ikan bandeng termasuk kelas Teleostei, ordo Macopterygii, famili Chanidae, genus *Chanos* dan spesies *Chanos chanos* (Schuster, 1960). Tubuh ikan ini berbentuk terpedo dan warnanya putih keperak-perakan (Djuhanda, 1981; Soeseno, 1984). Mulutnya kecil yang terdiri dari rahang atas (premaxilla) dan rahang bawah (maxilla), terletak di depan, simetris dan tidak bergigi. Lubang hidung dua buah dan terletak di depan mata yang tertutup oleh lapisan gelatin dan tidak mempunyai pelupuk mata serta empat pasang insang yang terletak di samping kiri dan kanan kepala (Martosudarmo dkk., 1984).

Sebagai ikan laut, ikan bandeng tersebar dari utara ke selatan, yakni dari Jepang Selatan sampai Australia Utara (New South Wales) dan dari Afrika Timur sampai ke Kepulauan Tuamotu, sebelah Timur Tahiti (Murtidjo, 1988). Di Indonesia nener (benih ikan bandeng) didapatkan di daerah pantai utara Pulau Jawa, Pulau Lombok, Pulau Bali, Pantai Timur Sumatera Utara, sepanjang pantai Sulawesi-Selatan, Bengkulu, Teluk Lampung, Ternate, Flores dan Timor (Martosudarmo dkk; 1984; Budiono dkk; 1984).

Bardach dkk., (1972) mengatakan bahwa bandeng adalah ikan euryhalin yang dapat hidup di perairan pantai dan daerah estuaria dengan salinitas ideal 10 - 35 ‰ dengan

suhu air 23 °C dan kandungan fitoplankton berlimpah. Menurut Schuster (1960), nener dapat mentolerir perbedaan salinitas yang cukup besar yakni dari 0 hingga 40 ‰. Pada perubahan salinitas yang mendadak melebihi 40 ‰ sebagian nener mati, sedangkan toleransi terhadap suhu berkisar dari 12 sampai 35 °C. Dijelaskan pula bahwa bandeng tahan terhadap penyakit, digemari oleh masyarakat dan rantai makanannya pendek (umumnya makan algae).

Makanan utama ikan bandeng adalah plankton baik mikro plankton maupun makro plankton. Pada waktu masih larva sampai ke ukuran benih (nener), ikan ini banyak tergantung pada phytoplankton dan zooplankton ukuran renik (Martosudarmo dkk., 1984).

Jumlah benih yang harus ditebarkan ke peneneran tergantung dari kesuburan tambak dan tingkat pengelolaannya. Namun demikian bila makanan alam (klekap atau plankton) cukup tersedia, maka untuk bandeng dilakukan penebaran nener (Kusnender dan Sudjiharno, 1984).

Di laut, panjang ikan bandeng dapat mencapai satu meter, sedangkan di dalam tambak tidak melebihi 50 cm (Soeseno, 1984). Hal ini selain karena faktor ruang juga karena sengaja dipungut sebelum dewasa.

### Pemupukan Tambak

Pemupukan tambak merupakan faktor penting untuk mencapai keberhasilan suatu usaha budidaya. Hal ini mengingat kemampuan tanah tambak yang terbatas dalam mempertahankan kesuburannya. Oleh karena itu pemupukan merupakan upaya untuk mengembalikan dan meningkatkan kemampuan tanah dalam mencapai hasil maksimal (Soetomo, 1990).

Anggoro (1983) menyatakan bahwa pemupukan dalam suatu media budidaya dimaksudkan sebagai upaya pengelolaan lingkungan dengan cara memasukkan sesuatu bahan ke dalam media untuk memberikan hara yang diperlukan bagi pertumbuhan algae sehingga daya perairan dapat bertambah. Selanjutnya Mudjiman (1982) menyatakan bahwa tujuan pemupukan adalah untuk meningkatkan produksi makanan alami. Dengan makanan alami yang cukup, pertumbuhan bandeng lebih pesat dan produksinya lebih meningkat.

Ranoemihardjo dan Lantang (1984) menyatakan, pupuk untuk kolam atau tambak ikan dan udang dapat digolongkan ke dalam pupuk organik dan an-organik. Pupuk yang mengandung bahan-bahan organik atau humus disebut pupuk organik sedangkan yang tidak mengandung humus disebut pupuk an-organik. Selanjutnya Tjwan (1965) menegaskan bahwa berbagai bahan organik yang berupa pupuk organik di dalam tanah dapat meningkatkan kemantapan agregat tanah,

meningkatkan kapasitas tukar kation, menjadi gudang unsur hara dan menjadi penyangga terhadap pencucian unsur hara.

Mudjiman (1968) menyatakan bahwa pupuk organik lebih baik dari pada pupuk an-organik. Sebab pupuk organik selain dapat mempersubur tanah, juga dapat memperbaiki struktur tanah.

Pupuk organik memiliki kesanggupan melepaskan zat hara secara berangsur-angsur sesuai dengan tingkat perombakannya yang biasanya sekitar empat dan lima minggu baru memberikan pengaruh yang tinggi dibanding tanpa pemberian pupuk.

Jumlah pupuk organik yang diperlukan dalam suatu areal pertambakan biasanya lebih banyak dibandingkan dengan pupuk an-organik disebabkan oleh sedikitnya unsur-unsur hara yang terkandung dalam pupuk organik tersebut (Huet, 1971). Selanjutnya Boyd (1979) menegaskan bahwa kandungan N,  $P_2O_5$ , dan  $K_2O$  pupuk organik umumnya rendah, sehingga diperlukan jumlah yang sangat besar untuk mendapatkan jumlah nutrient yang sama dengan yang dapat diperoleh dari pupuk an-organik.

Untuk menumbuhkan makanan alami dengan menggunakan pupuk organik diperlukan dosis antara 2,5 - 5 ton/ha/musim (Jangkaru, 1975); 0,75 - 2 ton/ha (Primavera dan Apud, 1977) dan 1 - 3 ton/ha (Anonim, 1984).

### Lumpur Sawit (Palm Oil Sludge)

Lumpur sawit adalah larutan buangan yang diperoleh setelah proses ekstraksi minyak kelapa sawit (Fauzia, 1981).

Umumnya hasil ikutan pengolahan kelapa sawit digunakan secara tradisional. Ampas tandan umumnya digunakan sebagai bahan bakar dan abunya digunakan sebagai pupuk. Sedangkan yang harus dikeluarkan dengan menggunakan pabrik adalah sisa tandan buah segar (TBS), minyak sawit yang mengandung kadar asam lemak bebas air dan kotoran, inti sawit yang tercampur dengan kulit serta lumpur. Lumpur sawit (palm oil sludge) ini dapat digunakan sebagai pupuk organik (Soetrisno dan Winahyu, 1991).

Pengolahan kelapa sawit mempunyai dua tahap. Tahap pertama, pengolahan kelapa sawit dari buah kelapa sawit yang akan menghasilkan minyak kelapa sawit (palm oil), biji kelapa sawit, serabut daging kelapa sawit (palm oil fibre) dan lumpur sawit (palm oil sludge). Tahap kedua adalah pengolahan biji kelapa sawit yang akan menghasilkan minyak inti sawit (palm kernel oil) dengan limbahnya yang dapat menimbulkan pencemaran lingkungan (Fauzia, 1991).

Lumpur minyak sawit merupakan salah satu limbah kelapa sawit yang belum dimanfaatkan pada saat ini, bahkan pembuangan limbah ini dapat menimbulkan pencemaran lingkungan, tapi ternyata cukup sesuai untuk dipertimbang-

kan penggunaannya sebagai pupuk organik (Aritonang, 1986).

Tarigan (1991), memperoleh komposisi kandungan unsur hara sludge (Tabel 1) sebagai berikut :

Tabel 1. Komposisi Kandungan Unsur Hara Sludge

Unsur	Satuan	Hasil analisa
pH	-	5,4
Carbon	%	34,16
Nitrogen	%	2,10
C/N	%	16,30
P205 total	%	0,440
P205	%	0,263
K2O	%	1,850
CaO	%	1,40
MgO	%	0,64

Hasil analisa percobaan pada tahun 1988 di BPP RISPA Medan.

Palm Oil Sludge merupakan larutan buangan yang dihasilkan selama proses pemerasan dan ekstraksi minyak yang terdiri dari 4 - 5 % padatan, 0,5 - 1 % sisa minyak dan sebagian besar air yaitu sebanyak 95 %. Untuk setiap ton hasil minyak sawit, dihasilkan sekitar 2 - 3 ton lumpur minyak sawit. Larutan buangan ini langsung dialirkan ke selokan, kolam atau sungai di sekitar pabrik sehingga menimbulkan pencemaran lingkungan (Hutagalung dan Jalaluddin, 1982).

Tobing dkk., (1990) mengatakan bahwa penanggulangan limbah kelapa sawit mutlak dilakukan dalam upaya melestarikan lingkungan. Salah satu upaya penanggulangannya adalah dengan menggunakan bakteri anaerob. Selanjutnya dikatakan bahwa limbah kelapa sawit mengandung senyawa anorganik dan organik yang dapat dan yang tidak dapat dirombak oleh mikroba. Limbah yang mengandung senyawa organik dapat dirombak oleh mikroba seperti bakteri, dan dapat dikendalikan secara biologis.

Loebis dan Tobing (1989) mengatakan bahwa minat industri kelapa sawit dalam menggalakkan limbah pabrik kelapa sawit sebagai daur ulang untuk kebutuhan pupuk dan energi kian bertambah. Analisis menunjukkan bahwa limbah pabrik kelapa sawit kaya akan unsur N, P, K dan Mg yang berguna sebagai pupuk tanah dalam peningkatan produksi.

#### Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup

Yang dimaksud dengan pertumbuhan ialah perubahan ukuran ikan baik panjang maupun berat dalam waktu tertentu. Pertumbuhan mutlak merupakan selisih ukuran hasil akhir penelitian dengan ukuran awal penelitian pada periode tertentu (Effendie, 1979).

Faktor yang mempengaruhi pertumbuhan adalah faktor eksternal dan meliputi kualitas air, makanan, kepadatan, predator, kompetitor dan penyakit, serta faktor internal yang meliputi jenis kelamin, umur, genitis, ketahanan



terhadap penyakit dan kemampuan memanfaatkan makanan (Huet, 1979). Pengendalian terhadap kedua faktor tersebut merupakan upaya yang dapat ditempuh untuk mempercepat pertumbuhan dan meningkatkan kelulusan hidup (Sikong, 1982).

Menurut Anggoro (1984) untuk mengamati pertumbuhan pada ikan dapat dilakukan secara individu atau dapat juga secara kelompok.

Keberhasilan pemeliharaan ikan terutama ditentukan oleh kondisi media pemeliharaan, sehingga mutunya dapat menyokong kehidupan berbagai organisme yang dipelihara, makanan yang cocok dan peralatan serta metode yang digunakan (Kasri, 1984).

Produksi biomassa ikan adalah besarnya pertambahan berat dari suatu populasi organisme yang dihasilkan selama periode waktu tertentu (Chapman *dalam* Anggoro, 1984).

#### Kualitas Air dan Tanah

Asmawi (1986) mengemukakan bahwa suhu mempengaruhi pertumbuhan dan nafsu makan ikan, dimana pada suhu yang rendah dapat menyebabkan proses pencernaan ikan berjalan lambat. Sebaliknya pada suhu yang lebih tinggi, proses pencernaan ikan berlangsung cepat.

Menurut Wardoyo (1981), kisaran suhu optimal bagi pertumbuhan ikan bandeng adalah 25 - 32°C. Lebih lanjut diutarakan Ranoemiharjo dan Padlan (1976), jika suhu

menurun terus sampai di bawah 25 °C maka pertumbuhan ikan bandeng terhambat.

Toleransi nener terhadap kisaran salinitas cukup besar yaitu 0 ‰ sampai 40 ‰, perubahan salinitas yang mendadak melebihi 40 ‰ sebagian nener akan mati (Schuster, 1960).

Oksigen terlarut di dalam air sangat penting bagi pernapasan dan merupakan salah satu komponen utama bagi metabolisme ikan serta organisme perairan lainnya. Selanjutnya Boyd (1979) mengemukakan bahwa bila oksigen terlarut melebihi titik jenuh dapat mematikan ikan, karena terjadinya emboli gas dalam pembuluh-pembuluh rambut dalam insang ikan. Dalam keadaan tidak beracun, kadar oksigen terlarut sebesar 2 ppm sudah cukup untuk mendukung kehidupan organisme perairan secara normal (Swingle, 1969 dan Pescod, 1973). Menurut Asmawi (1986) kadar CO<sub>2</sub> yang dikehendaki oleh ikan adalah 2 - 12 ppm. Sedangkan menurut Brown (1980 dalam Sartina, 1990) kadar CO<sub>2</sub> sebesar 50 - 100 ppm akan membunuh ikan dalam waktu relatif lama.

Mintardjo dkk., (1984) mengemukakan bahwa daya toleransi terhadap kandungan CO<sub>2</sub> bebas dalam air bermacam-macam tergantung jenisnya, tetapi pada umumnya bila lebih dari 15 ppm dapat memberikan pengaruh yang merugikan.

Boyd (1979) mengemukakan bahwa nilai pH antara 6,5 dan 9,0 merupakan kisaran pH yang baik untuk pertumbuhan ikan yang dibudidayakan. Perairan yang mempunyai pH 4

(masam) dan pH 11 (alkalis) merupakan titik kematian bagi ikan, meskipun ikan bertahan hidup pada pH 4 - 6 dan pH 9 - 10 akan tetapi produksi dihasilkan sangat rendah. Sedangkan menurut Swingle (1969) dan Pescot (1973) bahwa kisaran pH air yang mampu ditolerir oleh ikan adalah 5,0 - 9,5 dan pertumbuhan yang baik hanya akan terjadi pada kisaran 6,0 - 8,7 dengan kisaran optimum 6,5 - 8,5.

Sylvester (1958 *dalam* Wardoyo, 1975) menganjurkan agar kadar amoniak yang terkandung dalam air sebaiknya tidak lebih dari 1,5 ppm. Sedangkan Pescod (1973) mengusulkan agar suatu kriteria untuk perairan di daerah tropis, kandungan amoniaknya tidak boleh lebih dari 1 ppm.

Menurut Liaw (1968 *dalam* Wardoyo, 1975) bahwa tingkat kesuburan perairan dapat diduga berdasarkan kandungan ortofosfat yang terlarut dalam perairan. Kesuburan perairan termasuk rendah apabila kandungan ortofosfat 0,000 - 0,200 ppm dan tingkat kesuburan yang cukup baik yaitu 0,021 - 0,050 ppm, serta tingkat kesuburan yang baik dan sangat baik masing-masing adalah 0,051 - 0,100 ppm dan 0,101 - 0,200 ppm.

Stickney (1979 *dalam* Wardoyo, 1975) mengemukakan bahwa 95 % dari hasil penelitian terhadap perairan alami didapatkan populasi ikan yang baik kadar nitrat dibawah 4, 2 ppm. Sedangkan Boyd (1979) menyarankan agar pada usaha budidaya intensif, kadar nitrat optimum adalah 0,90 - 3,00 ppm dengan batas toleransi antara 0,10 - 0,29 ppm.

Tekstur tanah sebagai substrat untuk pertumbuhan makanan alami ikan dan udang memegang peranan penting didalam menentukan apakah tanah memenuhi syarat untuk pertambakan. Tekstur dapat diartikan secara kualitatif dan kuantitatif. Secara kualitatif menggambarkan susunan relatif berat fraksi-fraksi tanah yaitu pasir, debu dan liat (Sarief, 1986).

Menurut Mintardjo dkk., (1984) tanah yang mengandung nitrogen kurang dari 0,10 % termasuk tanah yang tingkat kesuburannya sangat rendah, tingkat kesuburan yang rendah yaitu 0,11 - 0,15 %, sedangkan tingkat kesuburan yang sedang dan tinggi masing-masing 0,16 - 0,20 % dan lebih dari 0,21 %.

Menurut Hardjowigeno (1987), reaksi tanah menunjukkan sifat kemasaman atau alkalinitas tanah yang dinyatakan dengan pH. Nilai pH berkisar 4,5 dan 4,5 - 5,5 tergolong sangat masam dan masam, nilai pH berkisar 5,6 - 6,5 tergolong agak masam, nilai pH berkisar 6,6 - 7,5 dan 7,6 - 8,5 tergolong netral dan agak alkalis, sedangkan nilai pH 8,5 tergolong alkalis.

Menurut Olsen dan Dean (1965 dalam Andarias, 1991), fosfor merupakan salah satu unsur yang sangat penting untuk pertumbuhan algae. Ketersediaan fosfor dalam tanah 3 ppm tergolong tingkat kesuburan yang rendah, sedangkan tingkat kesuburan yang sedang dan tinggi masing-masing 3 - 7 ppm dan 20 ppm.

## METODE PENELITIAN

### Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan selama dua bulan, yaitu mulai dari masa persiapan tanggal 10 Agustus dan berakhir pada tanggal 19 Oktober 1994, bertempat di Unit Pertambakan Universitas Hasanuddin, Kecamatan Tallo, Kotamadya Ujung pandang.

### Materi Penelitian

#### Wadah Penelitian

Wadah penelitian yang digunakan yaitu bak kayu yang berukuran 1 x 1 x 0,7 m sebanyak 18 buah. Untuk menghindari kebocoran bak, bagian dalam bak dilapisi dengan plastik bening.

#### Pupuk

Pupuk yang digunakan dalam penelitian ini adalah pupuk organik yang berasal dari limbah pengolahan kelapa sawit (lumpur minyak sawit) yang dikeringanginkan yang di peroleh dari Kabupaten Luwu, Sulawesi Selatan, yang sebelumnya pupuk organik ini dianalisis pH, C organik, N total, C/N, dan P tersedia.

#### Organisme Uji

Organisme uji yang digunakan ialah benih ikan bandeng (*Chanos chanos* Forsskal) dengan berat rata-rata 0,84 g yang diperoleh dari pedagang.

### Rancangan Percobaan

Penelitian ini merupakan percobaan faktorial di-rancang menurut Rancangan Acap Lengkap (RAL). Dua faktor yang diuji ialah : (A) Padat penebaran ; dan (B) Dosis lumpur kelapa sawit, dengan masing-masing 3 ulangan dan 2 taraf yaitu sebagai berikut :

- A. Padat penebaran
- $A_1 = 10$  ekor/bak
- $A_2 = 20$  ekor/bak
- B. Dosis lumpur kelapa sawit
- $B_1 = 0$  g/bak (kontrol)
- $B_2 = 150$  g/bak
- $B_3 = 300$  g/bak

Dengan demikian ada 6 kombinasi perlakuan (Tabel 2). Setiap perlakuan diulangi sebanyak 3 kali, sehingga jumlah satuan percobaan adalah 18.

Tabel 2. Kombinasi Perlakuan yang Dicobakan.

Padat Penebaran	Dosis lumpur kelapa sawit (B)		
	$B_1$	$B_2$	$B_3$
$A_1$	$A_1B_1$	$A_1B_2$	$A_1B_3$
$A_2$	$A_2B_1$	$A_2B_2$	$A_2B_3$

Letak satuan perlakuan ditentukan secara acak, sedang tata letaknya pengacakan disajikan pada Gambar 1.

$(A_1B_2)_3$	$(A_2B_1)_2$	$(A_2B_2)_1$
$(A_2B_2)_3$	$(A_1B_2)_2$	$(A_1B_1)_1$
$(A_1B_3)_1$	$(A_1B_2)_1$	$(A_1B_3)_2$
$(A_2B_3)_3$	$(A_1B_1)_2$	$(A_2B_3)_1$
$(A_2B_3)_2$	$(A_1B_3)_3$	$(A_2B_1)_3$
$(A_1B_1)_3$	$(A_2B_1)_1$	$(A_2B_2)_2$

Gambar 1. Tata Letak Satuan Percobaan Setelah Diacak

### Prosedur Penelitian

Tahap persiapan meliputi penyediaan bahan dan alat-alat yang akan digunakan yaitu wadah penelitian, tanah dasar, pupuk organik (lumpur kelapa sawit) dan alat-alat bantuan lainnya.

Wadah percobaan diisi dengan tanah setebal 15 cm, lalu dikeringkan hingga retak-retak. Setelah kering, pupuk organik yang digunakan disebar merata pada permukaan tanah sesuai dengan perlakuan kemudian diberi air hingga macak, selanjutnya air dalam bak dibiarkan menguap sampai keadaan tanah kering kembali dan pupuk yang telah

diberikan telah meresap. Setelah itu ditambahkan air sedikit demi sedikit hingga ketinggian air mencapai 40 cm. Biarkan air tambak selama beberapa hari sampai air tambak berwarna kehijauan atau biru kecoklatan, ini berarti ganggang sudah mulai tumbuh. Setelah itu wadah percobaan ditebahi benih ikan bandeng sesuai dengan padat penebaran masing-masing. Ketinggian air tersebut tetap dipertahankan hingga penelitian berakhir dan pergantian air dilakukan setiap minggu dengan salinitas air media 25 ‰ sampai 35 ‰.

#### Pelaksanaan Penelitian'

Untuk kegiatan selama penelitian dan pelaksanaan penelitian disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Urutan Kegiatan Persiapan dan Pelaksanaan Penelitian

No	Kegiatan	Waktu
1.	Pengeringan tanah dasar	10 - 18 Agustus 1994
2.	Pemupukan dasar dengan lumpur kelapa sawit	18 Agustus 1994
3.	Pemasukan air tambak	25 Agustus 1994
4.	Aklimatisasi dan penebaran hewan uji	30 Agustus 1994
5.	Penimbangan ikan	Setiap minggu
6.	Pengukuran Kualitas Air	Setiap minggu
7.	(O <sub>2</sub> , CO <sub>2</sub> , pH) Pergantian air	Setiap minggu
8.	Analisa pupuk (lumpur kelapa sawit)	Sebelum penelitian
9.	Analisa tanah	Awal dan Akhir Penelitian

### Peubah yang Dihitung

1. Pertumbuhan ikan yang ditelusuri melalui tingkat kelangsungan hidup, pertumbuhan relatif dan produksi biomassa ikan.
2. Faktor lingkungan penunjang yang meliputi kualitas air dan tanah.

### Cara Pengukuran Peubah

1. Pertumbuhan Relatif

Pertumbuhan relatif ikan dihitung dengan jalan menimbang ikan setiap minggu.

Besarnya pertumbuhan ikan dihitung dengan rumus Ricker (1979) sebagai berikut :

$$GR = \frac{W_t - W_o}{W_o (t_2 - t_1)} \times 100 \%$$

Dimana :

GR : Pertumbuhan relatif (%)

$W_o$  : Bobot ikan pada penimbangan pertama (g)

$W_t$  : Bobot ikan pada penimbangan berikutnya (g)

$t_1$  dan  $t_2$  : Waktu penimbangan pertama dan berikutnya (hari)

2. Tingkat kelangsungan hidup

Tingkat kelangsungan hidup ditetapkan dengan jalan menghitung ikan yang hidup pada akhir penelitian, sedangkan besarnya nilai kelangsungan hidup ditentukan dengan menggunakan rumus Effendie (1979), yaitu :

$$SR = \frac{N_t}{N_o} \times 100 \%$$

Dimana :

SR : Tingkat kelangsungan hidup (%)

$N_o$  : Jumlah Ikan yang ditebar pada awal percobaan (ekor/bak)

$N_t$  : Jumlah ikan yang hidup pada akhir percobaan (ekor/bak)

### 3. Produksi Biomassa Ikan

Produksi biomassa ikan ditentukan dengan jalan menimbang bobot ikan setiap minggu. Jumlah ikan yang ditimbang berkisar dari 5 - 10 ekor, yang diambil secara acak dari setiap wadah percobaan. Ikan yang tertangkap kemudian ditimbang dengan teknik penimbangan basah. Produksi biomassa ikan ditentukan menurut cara Ricker (1979), dengan jalan mengurangi bobot ikan pada akhir percobaan ( $W_t$ ) dengan bobot awal dan dinyatakan dalam g per petak, dengan rumus sebagai berikut :

$$B = W_t - W_o$$

Dimana :

B : produksi biomassa ikan (g)

$W_t$  : bobot ikan pada akhir percobaan (g)

$W_o$  : bobot ikan pada awal percobaan (g)

#### 4. Kualitas Air Tanah

Untuk menunjang hasil penelitian, dilakukan pengamatan beberapa kualitas air dan tanah.

Peubah kualitas air dan tanah yang diukur serta cara pengukurannya disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Peubah Fisika Kimia Air dan Tanah yang Diukur dan Cara serta Alat yang Digunakan

Parameter		Waktu Pengukuran	Alat dan Cara
<u>Kualitas Air</u>			
Suhu	°C	Setiap hari	Termometer
Salinitas	(ppt)	Setiap hari	Refraktometer
pH		Setiap minggu	Kertas pH
Oksigen	(ppm)	Setiap minggu	Titrimetrik
CO <sub>2</sub> bebas	(ppm)	Setiap minggu	Titrimetrik
NH <sub>3</sub>	(ppm)	Setiap minggu	Spectrofometrik
Ortofofat	(ppm)	Setiap dua minggu	Spectrofometrik
NO <sub>3</sub>	(ppm)	setiap dua minggu	Spectrofometrik
<u>T a n a h</u>			
Tekstur	(%)	Awal penelitian	Pipet
pH		Awal dan Akhir	pH meter
N-total	(%)	Awal dan akhir	Kjeldahl
P-tersedia	(ppm)	Awal dan akhir	Bray 1
C-organik	(%)	Awal dan akhir	Walkey dan Black

### Analisa Data

Data yang diperoleh diuji dengan menggunakan percobaan faktorial dengan pola Rancangan Acak Lengkap (RAL). Dan untuk melihat dosis yang optimal dilanjutkan dengan uji orthogonal. Sedangkan untuk mengetahui pengaruh perlakuan digunakan Analisa Sidik Ragam. Data fisika kimia air tanah dianalisa secara deskriptif.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

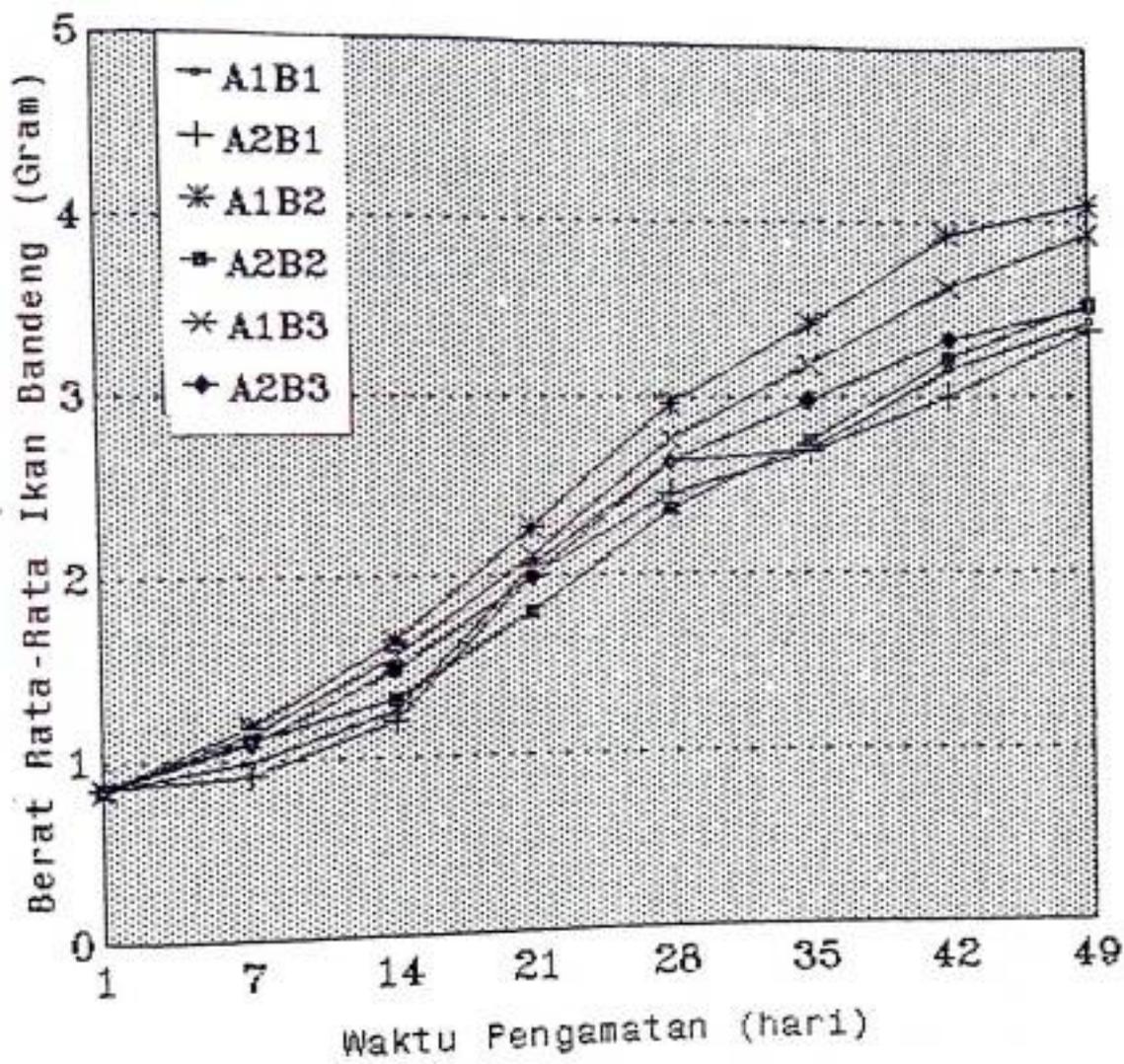
### Pertumbuhan Relatif

Data pengukuran berat rata-rata individu ikan bandeng pada setiap kombinasi perlakuan selama penelitian disajikan pada Tabel 5 dan Gambar 2.

Tabel 5. Rata-rata Berat Individu Ikan Bendeng (*Chanos chanos* Forsskal) Setiap Perlakuan Selama Penelitian (gram)

Waktu pengamatan (hari)	Perlakuan					
	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>3</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>3</sub>
1	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84
7	0,98	0,91	1,18	1,10	1,13	1,08
14	1,25	1,20	1,64	1,32	1,56	1,48
21	2,05	2,00	2,26	1,79	2,10	1,99
28	2,63	2,45	2,96	2,36	2,76	2,63
35	2,70	2,68	3,41	2,75	3,18	2,98
42	3,15	3,00	3,92	3,21	3,62	3,32
49	3,42	3,37	4,09	3,52	3,92	3,50

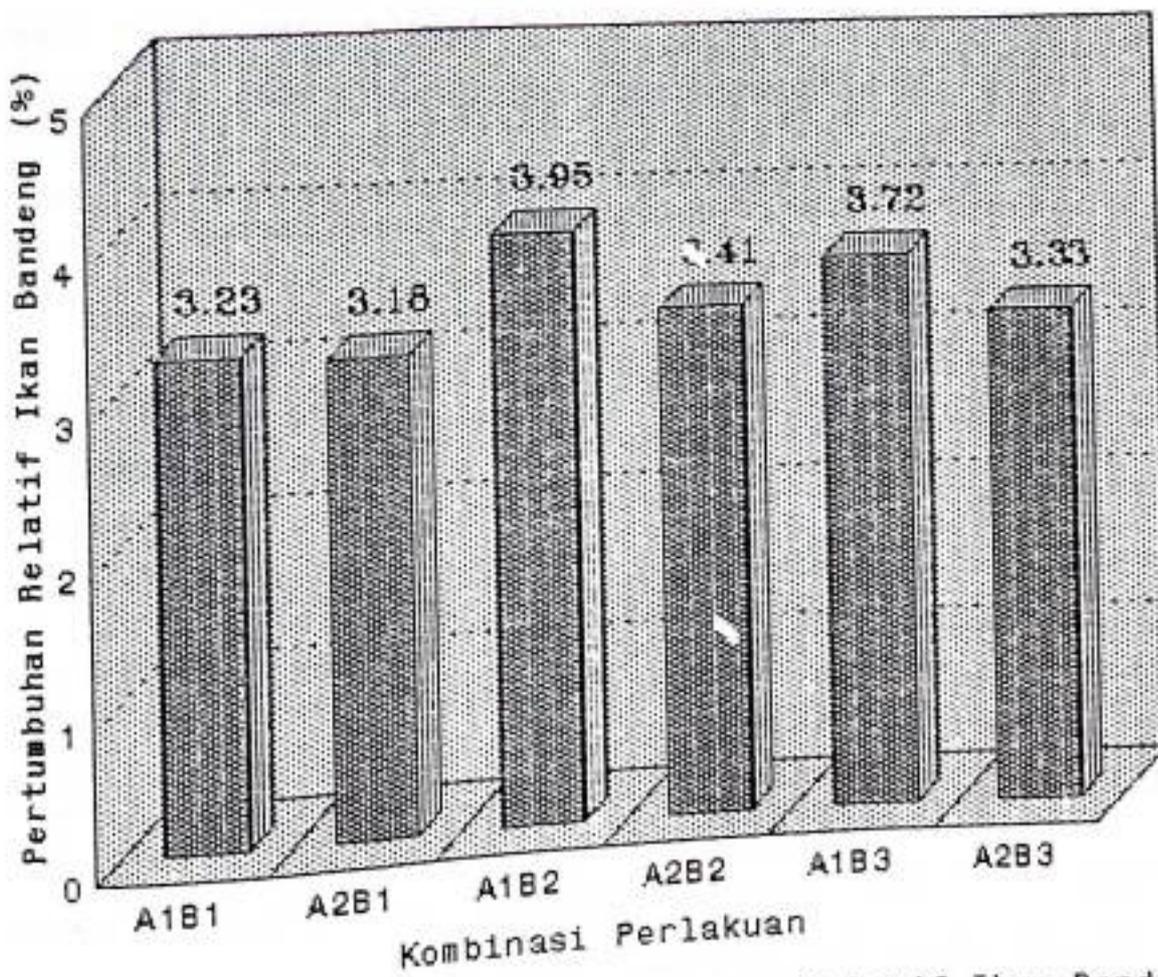
Pada Tabel 5 dan Gambar 2 nampak bahwa berat ikan bandeng pada semua kombinasi perlakuan meningkat mulai dari awal sampai akhir penelitian. Berat ikan selama penelitian meningkat dari 0,84 g menjadi 3,42 g pada A<sub>2</sub>B<sub>1</sub>, 3,37 g pada A<sub>2</sub>B<sub>1</sub>, 4,09 g pada A<sub>1</sub>B<sub>2</sub>, 3,52 g pada A<sub>2</sub>B<sub>2</sub>, 3,92 g pada A<sub>1</sub>B<sub>3</sub>, dan 3,50 g pada A<sub>2</sub>B<sub>3</sub>.



Gambar 2. Kurva Pertumbuhan Berat Rata-rata Individu Ikan Bandeng Selama Penelitian

Tabel 6. Pertumbuhan Relatif Ikan Bandeng (*Chanos chanos*, Forsskal) Pada berbagai Kombinasi Perlakuan Selama Penelitian

Perlakuan	Pertumbuhan Relatif (%)
A <sub>1</sub> B <sub>1</sub>	3,23
A <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	3,18
A <sub>1</sub> B <sub>2</sub>	3,95
A <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	3,41
A <sub>1</sub> B <sub>3</sub>	3,72
A <sub>2</sub> B <sub>3</sub>	3,33



Gambar 3. Histogram Pertumbuhan Relatif Ikan Bandeng Pada Berbagai Kombinasi Perlakuan Selama Penelitian



Hasil perhitungan pertumbuhan relatif yang disajikan pada tabel 6 dan gambar 3 berkisar dari 3,18 % pada kombinasi perlakuan  $A_2B_1$  sampai 3,95 % pada  $A_1B_2$ .

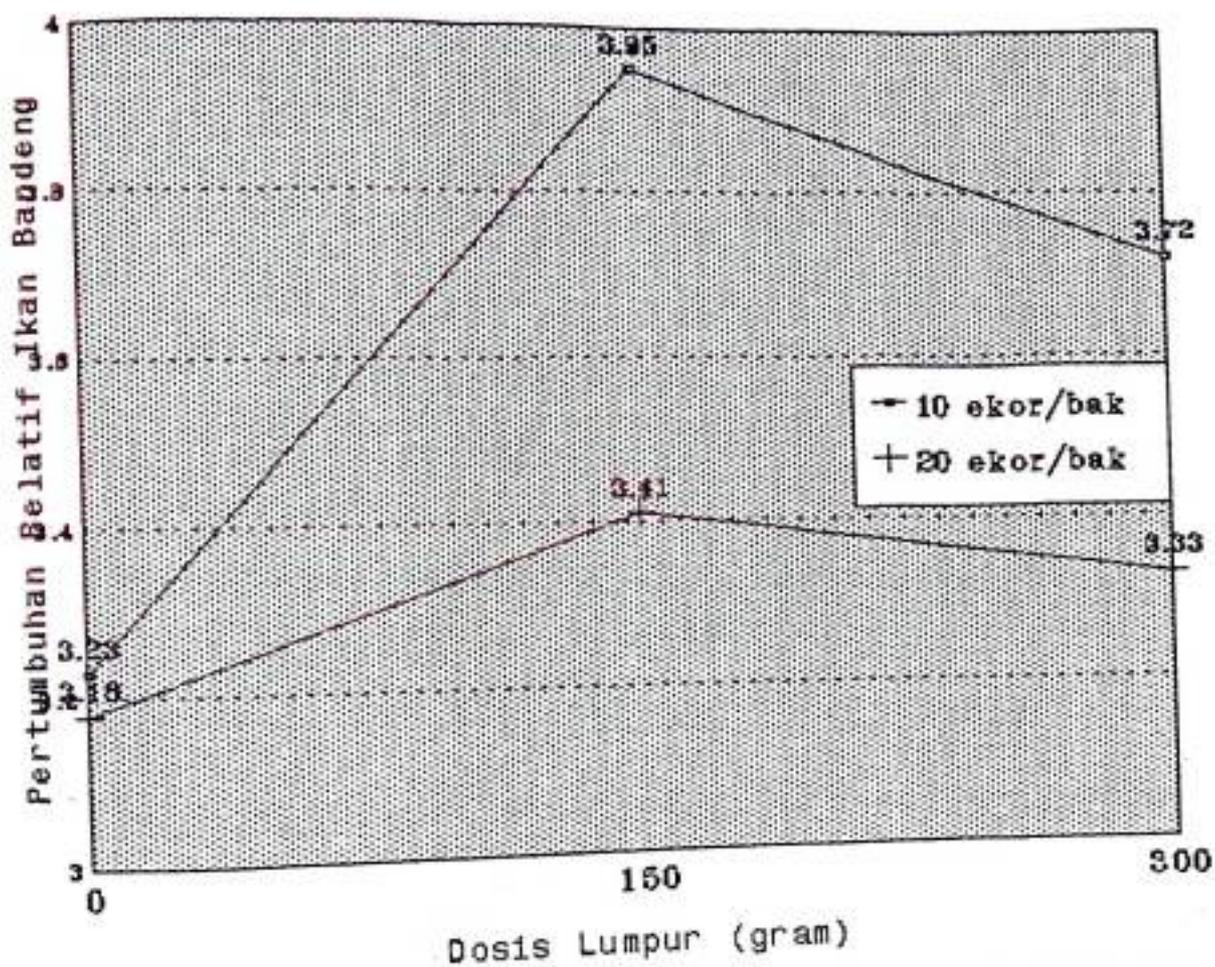
Analisis sidik ragam (Tabel Lampiran 2) menunjukkan bahwa pertumbuhan relatif sangat dipengaruhi oleh padat penebaran ikan dan dosis lumpur minyak sawit (pupuk) ( $P < 0,01$ ), tetapi tidak dipengaruhi ( $P > 0,01$ ) oleh interaksi antara keduanya.

Pertumbuhan relatif ikan bandeng meningkat secara kuadratik dengan semakin tingginya dosis lumpur minyak sawit baik pada kepadatan 10 ekor /bak maupun pada kepadatan 20 ekor /bak (Tabel 7 dan gambar 4).

Tabel 7. Pertumbuhan Relatif Ikan Bandeng pada padat Penebaran dan Dosis Lumpur Sawit yang Berbeda

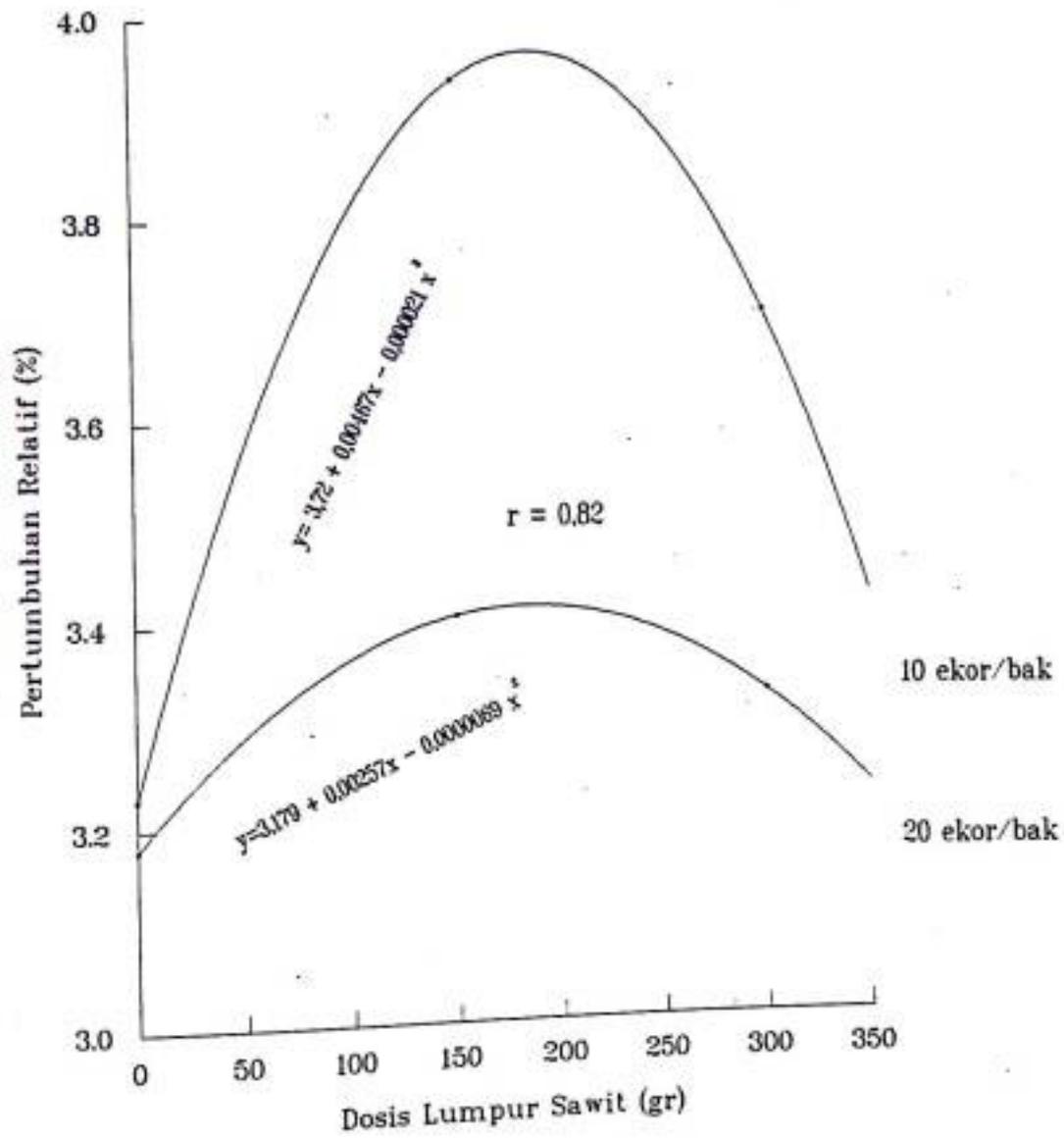
Padat penebaran (ekor/bak)	Dosis Lumpur Sawit (g)		
	0	150	300
10	3,23	3,95	3,72
20	3,18	3,41	3,33
Rata-rata	3,21	3,68	3,53

Pada Tabel 7 dan Gambar 4 nampak pula bahwa pertumbuhan relatif ikan bandeng meningkat dengan meningkatnya dosis lumpur sawit dari 0 menjadi 150 g/bak tetapi turun dengan meningkatnya dosis dari 150 g/bak, menjadi 300 g/bak.



Gambar 4. Pertumbuhan Relatif Ikan Bandeng pada Kombinasi Perlakuan yang berbeda

Pada Gambar 4 nampak bahwa pertumbuhan relatif yang tertinggi diperoleh pada dosis 150 g/bak. Tetapi dari uji orthogonal pertumbuhan relatif yang optimal diperoleh pada dosis 186 g/bak (Gambar 5). Ini diduga karena ketersediaan makanan alami yang cukup akibat pemberian lumpur minyak sawit (pupuk organik). Ketersediaan unsur hara yang optimal sangat dibutuhkan untuk pertumbuhan makanan alami, sehingga ikan dapat memanfaatkan dengan baik.



Gambar 5. Pertumbuhan Relatif Ikan Bandeng pada Kombinasi Perlakuan yang Berbeda

Tingginya pertumbuhan relatif ikan bandeng pada pemberian lumpur minyak sawit tersebut diduga karena dosis pupuk yang diberikan menghasilkan unsur hara yang sesuai untuk pertumbuhan ikan. Hickling (1971) menyatakan bahwa melalui pemupukan, akan memperbanyak ketersediaan kandungan unsur hara yang sangat dibutuhkan oleh kehidupan ikan dalam air (Lampiran 15). Disamping itu, juga disebabkan oleh kualitas air dan tanah selama penelitian cukup untuk mendukung kehidupan dan pertumbuhan ikan bandeng (Tabel Lampiran 5 - 13).

Nilai rata-rata pertumbuhan relatif terendah diperoleh pada perlakuan yang tanpa pemupukan organik baik pada padat penebaran 20 ekor/bak maupun pada padat penebaran 10 ekor/bak ( $A_2B_1$  dan  $A_1B_1$ ). Rendahnya pertumbuhan relatif ini diduga karena pada perlakuan tersebut tidak dilakukan pemupukan sehingga input hara untuk pertumbuhan makanan alami tidak ada. Ini dapat dilihat pada kualitas tanah selama penelitian (Tabel Lampiran 13) mempunyai unsur hara yang sangat rendah dibanding perlakuan yang dengan pemberian pupuk organik (lumpur minyak sawit).

Beberapa jenis pupuk organik yang sering digunakan adalah kompos, pupuk kandang, pupuk hijau, dan lain-lain. Bahan yang berasal dari tumbuh-tumbuhan atau sisa-sisanya. Walaupun demikian kadar rata-rata unsur hara yang terdapat dalam pupuk organik sangatlah bervariasi. Seperti halnya pupuk organik yang berasal dari limbah pabrik gula

(blotong), kotoran ayam dan limbah lumpur minyak sawit mempunyai kadar rata-rata unsur hara yang berbeda. Dari hasil analisa laboratorium di antara pupuk organik tersebut kadar rata-rata unsur hara yang tertinggi didapatkan pada lumpur minyak sawit. Jadi pupuk yang berasal dari lumpur minyak sawit mempunyai unsur hara yang cukup bagus untuk pertumbuhan ikan bandeng. Meskipun demikian penggunaan pupuk harus diperhatikan, karena penggunaan pupuk yang tidak efisien, misalnya penggunaan pupuk yang melebihi dosis tertentu dapat dikatakan sebagai suatu pembuangan pupuk yang berarti pemborosan bagi pemakai, disamping mengakibatkan pencemaran pada lingkungan hidup sekitar lokasi pemupukan. Demikian pula cara pengelolaan yang salah akan mengakibatkan hanyutnya sebagian pupuk tersebut di dalam rembesan dan air aliran permukaan sebelum maupun sesudah mengalami perubahan bentuk.

Pada Tabel 7, juga menunjukkan bahwa pada padat penebaran yang tinggi diperoleh pertumbuhan relatif yang rendah. Dengan semakin meningkatnya padat penebaran ikan mengakibatkan kompetisi antara individu ikan semakin tinggi, baik dalam mendapatkan makanan, oksigen maupun ruang gerak. Padat penebaran yang tinggi berpengaruh buruk terhadap pertumbuhan. Huet (1972) mengemukakan bahwa padat penebaran yang tinggi akan berpengaruh terhadap kondisi kualitas air media budidaya, karena ikan dalam proses metabolisme akan mengeluarkan kotoran,

sekresi dan begitu pula sisa makanan yang tidak dikonsumsi, tertimbun menjadi bahan beracun amoniak ( $\text{NH}_3$ ) yang berbahaya bagi kehidupan ikan.

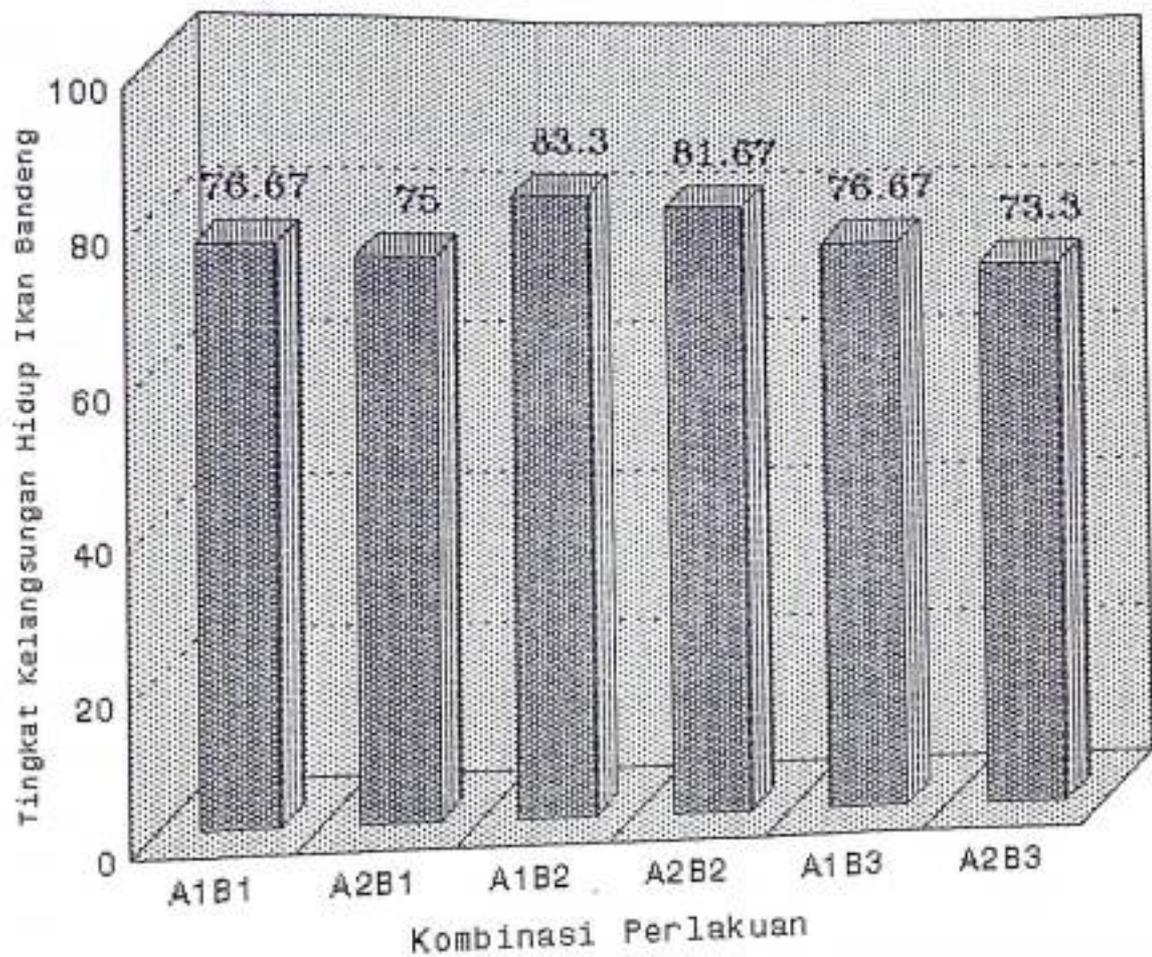
### Tingkat Kelangsungan Hidup

Data pengukuran rata-rata tingkat kelangsungan hidup ikan bandeng pada setiap kombinasi perlakuan selama penelitian dapat dilihat pada Tabel 8 dan dilukiskan pada gambar 6.

Pada Tabel 8 dan Gambar 6 nampak bahwa nilai rata-rata yang tertinggi yakni sebesar 83,3 % yang diperoleh pada kombinasi  $A_1B_2$ , kemudian berturut-turut 81,67 % pada  $A_2B_2$ , 76,67 % pada  $A_1B_1$  dan  $A_1B_3$ , 75 % pada  $A_2B_1$ , dan terendah 73,3 % pada  $A_2B_3$ .

Tabel 8. Nilai Rata-rata Tingkat Kelangsungan Ikan Bandeng (*Chanos chanos* Forsskal) pada Semua Perlakuan Selama Penelitian

Perlakuan	Tingkat Kelangsungan Hidup (%)
$A_1B_1$	76,67
$A_2B_1$	75,00
$A_1B_2$	83,3
$A_2B_2$	81,67
$A_1B_3$	76,67
$A_2B_3$	73,3



Gambar 6. Histogram Tingkat Kelangsungan Hidup Ikan Bandeng pada Semua Perlakuan Selama Penelitian

Analisis sidik ragam (Tabel Lampiran 3) menunjukkan bahwa baik faktor utama (dosis lumpur minyak sawit dan padat penebaran) maupun interaksi keduanya tidak berpengaruh nyata terhadap tingkat kelangsungan hidup ikan bandeng. Meskipun hasil analisis sidik ragam kelangsungan hidup (Lampiran 3) yang diperoleh tidak berbeda nyata, tapi secara deskriptif nilai kelangsungan hidup akan

terlihat berbeda antar perlakuan dengan kisaran yang relatif kecil.

Tingkat kelangsungan hidup ikan meningkat secara kuadratik dengan meningkatnya dosis lumpur minyak sawit baik pada padat penebaran 10 ekor/bak maupun pada padat penebaran 20 ekor/bak (Tabel 9 dan Gambar 7).

Tabel 9. Tingkat Kelangsungan Hidup Ikan Bandeng pada Padat Penebaran dan Dosis Lumpur Sawit yang Berbeda

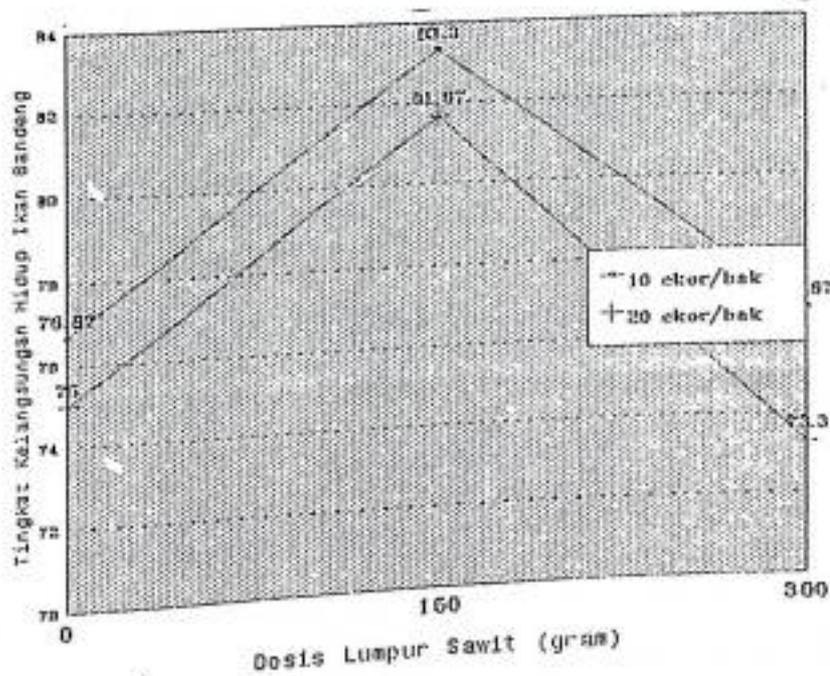
Padat Penebaran (ekor/bak)	Dosis Lumpur Sawit (g)		
	0	150	300
10	76,67	83,3	76,67
20	75,00	81,67	73,3
Rata-rata	75,84	82,49	74,99

Pada Tabel 9 dan Gambar 7 nampak bahwa kelangsungan hidup ikan bandeng yang tertinggi yaitu sebesar 83,3 % yang diperoleh pada kombinasi perlakuan  $A_1B_2$ , kemudian berturut-turut 81,67 % pada  $A_2B_2$ , 76,67 % pada  $A_1B_1$  dan  $A_1B_3$ , 75,00 % pada  $A_2B_1$  dan 73,3 % pada  $A_2B_3$ .

Tingginya tingkat kelangsungan hidup ikan bandeng pada kombinasi perlakuan  $A_1B_2$  diduga karena didukung oleh pemberian lumpur minyak sawit (pupuk organik) yang dapat merangsang pertumbuhan makanan alami, sehingga persediaan



makanan alami tersedia cukup untuk kelangsungan hidup. Disamping itu tingginya kelangsungan hidup pada perlakuan tersebut diduga juga karena kualitas air dan tanah berada pada kisaran yang layak bagi pertumbuhan sehingga dapat menghasilkan tingkat kelangsungan hidup yang tinggi. Dengan kondisi yang demikian serta didukung oleh kualitas air dan tanah yang baik, ikan mampu mempertahankan tingkat kelangsungan hidupnya semaksimal mungkin. Hal ini sesuai dengan pernyataan Bardach *et al*, (1972) dan Jangkaru (1974) bahwa salah satu usaha yang dapat meningkatkan dan mempertahankan kelangsungan hidup, pertumbuhan, dan produksi ikan yang tinggi adalah tersedianya makanan yang cukup dan baik.



Gambar 7. Tingkat Kelangsungan Hidup Ikan Bandeng pada Kombinasi Perlakuan yang Berbeda

Nilai rata-rata tingkat kelangsungan hidup ikan bandeng pada kombinasi perlakuan  $A_2B_3$  73,3 % dan perlakuan  $A_2B_1$  75,00 % merupakan nilai rata-rata yang rendah. Rendahnya nilai tingkat kelangsungan hidup pada kombinasi perlakuan  $A_2B_3$  diduga karena banyaknya kandungan nitrogen (Tabel Lampiran 10). Menurut Mintardjo dkk., (1984) mengatakan bahwa kandungan bahan organik yang berlebihan, dapat membahayakan populasi ikan yang dipelihara, karena dalam proses peruraiannya dapat menghasilkan  $O_2$  dalam air yang mengeluarkan gas-gas beracun  $CO_2$ ,  $NH_3$  dan  $H_2S$ . Disamping itu rendahnya nilai tingkat kelangsungan hidup pada kombinasi perlakuan ini disebabkan karena faktor padat penebaran yang tinggi. Padat penebaran yang tinggi akan mempengaruhi kualitas air media budidaya, karena ikan dalam proses metabolisme akan mengeluarkan kotoran, dan begitu pula sisa makanan yang tidak dikonsumsi, tertimbun menjadi bahan racun berupa amoniak ( $NH_3$ ) yang berbahaya pada kelangsungan hidup ikan.

Sedangkan rendahnya tingkat kelangsungan hidup pada kombinasi perlakuan  $A_2B_1$ , diduga karena kurangnya makanan alami. Pada perlakuan ini tidak diberikan lumpur minyak sawit (pupuk organik) yang dapat merangsang pertumbuhan makanan alami. Jadi selain kandungan  $NH_3$  yang tinggi, maka jumlah makanan alami yang rendah, menyebabkan tingkat kelangsungan hidup yang rendah pula.

### Produksi Biomassa

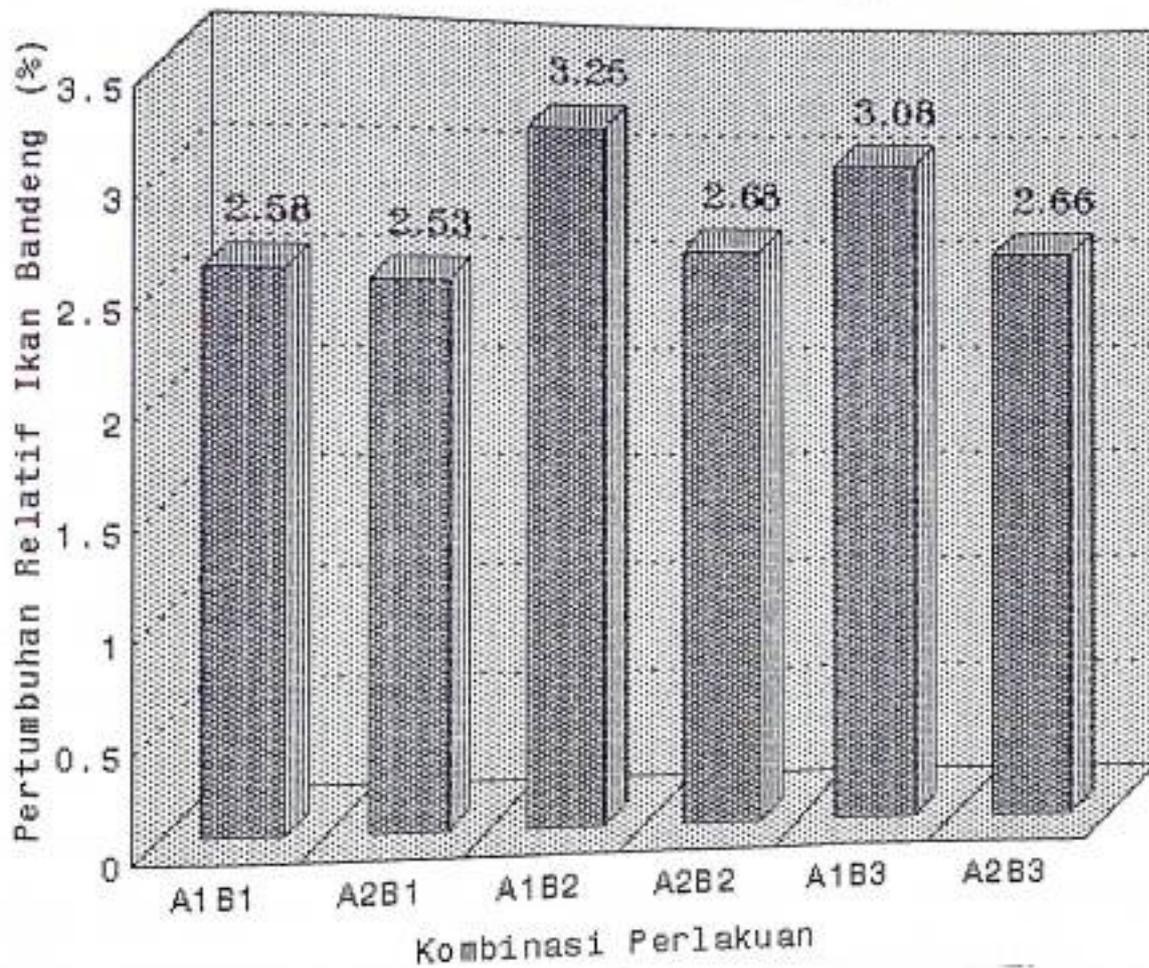
Hasil pengukuran produksi biomassa ikan bandeng pada setiap kombinasi perlakuan selama penelitian dapat dilihat pada Tabel 10 dan Gambar 8.

Tabel 10. Nilai Rata-rata Produksi Biomassa Ikan Bandeng pada Semua Kombinasi Perlakuan Selama Penelitian

Perlakuan	Berat Awal (g)	Berat Akhir (g)	Produksi Biomassa (g)
A <sub>1</sub> B <sub>1</sub>	0,84	3,42	2,58
A <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	0,84	3,37	2,53
A <sub>1</sub> B <sub>2</sub>	0,84	4,09	3,25
A <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	0,84	3,52	2,68
A <sub>1</sub> B <sub>3</sub>	0,84	3,92	3,08
A <sub>2</sub> B <sub>3</sub>	0,84	3,50	2,66

Pada Tabel 10 dan Gambar 8 terlihat bahwa produksi biomassa ikan bandeng yang tertinggi adalah sebesar 3,25 g yang diperoleh pada kombinasi perlakuan A<sub>1</sub>B<sub>2</sub> kemudian berturut-turut 3,08 g pada A<sub>1</sub>B<sub>3</sub>, 2,68 g pada A<sub>2</sub>B<sub>2</sub>, 2,66 g pada A<sub>2</sub>B<sub>3</sub>, 2,58 g pada A<sub>1</sub>B<sub>1</sub>, dan 2,53 g pada A<sub>2</sub>B<sub>1</sub>.

Analisa sidik ragam (Tabel Lampiran 4) menunjukkan bahwa produksi biomassa ikan sangat dipengaruhi oleh padat penebaran ikan ( $P < 0,01$ ) dan dipengaruhi oleh dosis lumpur minyak sawit (pupuk) ( $P < 0,01$ ), tetapi tidak dipengaruhi oleh interaksi antara keduanya ( $P > 0,01$ ).



Gambar 8. Histogram Produksi Biomassa Ikan Bandeng pada Semua Kombinasi Perlakuan Selama Penelitian

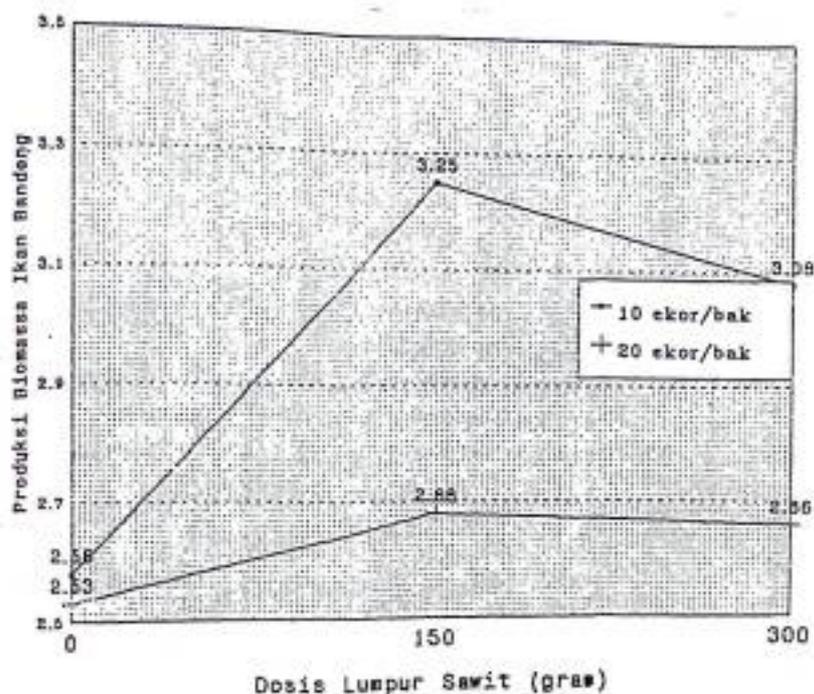
Pada Gambar 9 nampak bahwa biomassa ikan bandeng meningkat secara kuadratik dengan meningkatnya dosis lumpur minyak sawit (pupuk) baik pada padat penebaran 10 ekor/bak maupun pada padat penebaran 20 ekor/bak (Tabel 11).

Tabel 11. Produksi Biomassa Ikan Bandeng Pada Padat Penebaran dan Dosis Lumpur Minyak Sawit yang Berbeda

Padat Penebaran (ekor/bak)	Dosis Lumpur Sawit (g)		
	0	150	300
10	2.58	3.25	3.08
20	2.53	2.53	2.68
Rata-rata	2.56	2.97	2.87

Pada Gambar 9 nampak bahwa produksi biomassa ikan bandeng meningkat secara kuadratik dengan kenaikan basis lumpur minyak kelapa sawit, yakni naik dari 2,58 g ( $A_1B_1$ ) menjadi 3,25 g ( $A_1B_2$ ) dan turun menjadi 3,08 g ( $A_1B_3$ ) pada padat penebaran 10 ekor/bak, sedangkan pada padat penebaran 20 ekor/bak, yaitu naik dari 2,53 g ( $A_2B_1$ ) menjadi 2,68 g ( $A_2B_2$ ) dan turun sampai 2,66 g pada ( $A_2B_3$ ).

Produksi biomassa ikan bandeng yang tertinggi yaitu pada pemberian lumpur minyak sawit (pupuk organik) 150 g dengan padat penebaran 10/bak ( $A_1B_2$ ), yakni 3,25 g. Hal ini diduga karena kondisi lingkungan perairan pada perlakuan tersebut sesuai dengan lingkungan yang dibutuhkan oleh ikan bandeng (Tabel Lampiran 7 - 13).



Gambar 9. Produksi Biomassa Ikan Bandeng pada Kombinasi Perlakuan yang Berbeda

Oksigen terlarut yang diperoleh selama penelitian (Tabel Lampiran 10) masih mendukung untuk pertumbuhan, sebagaimana yang dilaporkan oleh Swingle (1969); Pescod (1973) bahwa oksigen terlarut didalam air sangat penting bagi pernapasan dan merupakan salah satu komponen utama bagi metabolisme ikan serta organisme perairan lainnya. Dalam keadaan tidak beracun, kadar oksigen terlarut sebesar 2 ppm sudah cukup untuk mendukung kehidupan organisme perairan secara normal. Disamping itu, juga disebabkan oleh kandungan lumpur minyak sawit (pupuk organik) yang diberikan mengandung unsur-unsur hara yang dapat merangsang pertumbuhan makanan alami yang sangat dibutuhkan oleh ikan untuk pertumbuhan dan produksi (Lampiran 15).

Pada kondisi lingkungan yang sesuai proses metabolisme di dalam tubuh ikan seperti transfer energi dari energi pakan menjadi energi potensial dalam daging ikan, proses pembelahan sel dan pembentukan jaringan tubuh serta proses metabolisme lainnya seperti pernapasan berjalan dengan baik. Dengan demikian hidup dengan baik dan tumbuh lebih cepat serta menyebabkan tingkat kelangsungan hidup yang lebih tinggi. Pada akhirnya kedua hal tersebut menghasilkan biomassa yang tinggi.

Produksi biomassa ikan yang terendah yakni pada perlakuan  $A_2B_1$  yaitu 2,53 g dan pada perlakuan  $A_1B_1$  yaitu 2,58 g. Hal ini disebabkan karena pada perlakuan ini merupakan perlakuan tanpa pemberian lumpur minyak sawit (pupuk organik), sehingga unsur-unsur hara yang dibutuhkan untuk pertumbuhan makanan alami rendah dibanding dengan perlakuan yang diberi lumpur minyak sawit. Hickling (1971) menyatakan bahwa melalui pemupukan, akan memperbanyak ketersediaan kandungan unsur-unsur hara yang sangat dibutuhkan oleh ikan dalam air.

Produksi biomassa adalah berat ikan yang dihasilkan dari suatu luasan perairan tertentu pada suatu interval waktu tertentu. Besarnya nilai biomassa yang dihasilkan adalah hasil perkalian antara jumlah individu (ekor) ikan yang dipanen dengan berat rata-rata ikan yang dipanen (Poernomo, dkk., 1988). Hal tersebut berarti bahwa pertumbuhan ikan dan kelangsungan hidup ikan yang tinggi akan

menghasilkan biomassa yang tinggi pula, seperti yang diperoleh pada kombinasi perlakuan  $A_1B_2$ . Sebaliknya jika kelangsungan hidup dan laju pertumbuhan ikan rendah, maka biomassa rendah pula.

### Kualitas Air dan Tanah

Hasil pengukuran parameter kualitas air media yang meliputi suhu, salinitas, oksigen terlarut, pH, fosfat dan amoniak selama penelitian dapat dilihat pada Tabel Lampiran 5 - 12.

Hasil pengamatan suhu air selama penelitian (Tabel Lampiran 5) menunjukkan variasi yang tidak terlalu besar yaitu berkisar antara 25 dan 32 °C. Kisaran ini masih layak untuk pertumbuhan ikan bandeng. Menurut Wardoyo (1981), kisaran suhu optimal bagi pertumbuhan ikan bandeng adalah 25 - 32°C.

Nilai rata-rata salinitas selama penelitian berkisar antara 27 - 35 permil, kisaran salinitas ini masih layak untuk pertumbuhan ikan bandeng. Schuster (1960) menyatakan bahwa toleransi nener terhadap kisaran salinitas cukup besar yaitu 0 - 40 permil, perubahan salinitas yang mendadak melebihi 40 permil sebagian nener akan mati dan toleransi terhadap suhu berkisar antara 12 °C sampai 35 °C.

Nilai rata-rata pH air untuk semua perlakuan selama penelitian berkisar antara 6,95 - 7,05. Kisaran pH air tersebut masih layak untuk pertumbuhan ikan bandeng. Boyd (1979) mengemukakan bahwa nilai pH antara 6,5 dan 9,0 merupakan kisaran pH yang baik untuk pertumbuhan ikan yang dibudidayakan.

Nilai rata-rata karbondioksida bebas selama penelitian berkisar antara 7,43 - 9,32 ppm. Menurut Asmawi (1986) kadar  $\text{CO}_2$  yang dikehendaki oleh ikan adalah 2 - 12 ppm.

Hasil pengukuran amoniak selama penelitian adalah 0,004 - 0,78 ppm (Tabel Lampiran 10). Rendahnya kandungan amoniak ini disebabkan seringnya dilakukan pergantian air. Menurut Pescod (1973), kandungan amoniak kurang dari 1 ppm memberikan kehidupan yang baik bagi ikan dan organisme lainnya. Berdasarkan kriteria tersebut, maka kandungan amoniak selama penelitian masih berada pada kisaran yang layak bagi kehidupan dan pertumbuhan ikan bandeng.

Sifat tanah yang penting dalam menentukan produktifitas tambak adalah terutama pH, tekstur, bahan organik dan unsur hara (Tang and Chen, 1966).

Nilai rata-rata pH tanah selama penelitian berkisar antara 5,90 - 6,65. Kisaran pH tanah tersebut masih layak untuk pertumbuhan ikan bandeng. Potter (1977) dalam Mintardjo (1984) mengatakan bahwa pH tanah 6,6 - 7,5 sangat baik untuk pertumbuhan ikan.

Kandungan N total tanah yang diperoleh selama penelitian menunjukkan terjadinya fluktuasi akibat dari pemberian pupuk lumpur minyak kelapa sawit, dimana pada awal sebelum pemupukan kandungan N total tanah 0,12 % dan setelah pemupukan kandungan N total tanah meningkat menjadi 0,15 % dan selanjutnya menurun menjadi 0,09 % pada akhir penelitian. Penurunan kandungan N total tanah ini diduga karena terlarut dalam air, yang selanjutnya dimanfaatkan oleh fitoplankton untuk proses pertumbuhannya. Hal ini sejalan dengan pernyataan Smayda (1983) dalam Wibowo (1993) bahwa Nitrogen (N) merupakan salah satu unsur hara utama yang dibutuhkan untuk pertumbuhan baik planktonik maupun bentik.

Kandungan fosfor tanah sebelum pemupukan 6,5 ppm, setelah pemupukan meningkat menjadi 7,66 ppm pada awal penelitian dan menurun pada akhir penelitian yaitu 4,42 ppm. Hal ini diduga karena fosfor tersebut digunakan untuk pertumbuhan fitoplankton. Menurut Olsen dan Dean (1965) dalam Andarias (1991) fosfor merupakan unsur yang sangat penting untuk pertumbuhan fitoplankton. Ketersediaan fosfor dalam tanah < 3 ppm tergolong tingkat kesuburan yang rendah, sedang tingkat kesuburan yang sedang dan tinggi masing-masing 3 - 7 ppm dan > 20 ppm.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Pemberian lumpur minyak sawit berpengaruh terhadap pertumbuhan dan produksi biomassa ikan bandeng (dipengaruhi oleh dosis lumpur sawit dan padat penebaran, tetapi tidak dipengaruhi interaksi antara keduanya) dan juga tidak berpengaruh terhadap tingkat kelangsungan hidup ikan bandeng.
2. Pertumbuhan ikan bandeng (*Chanos chanos* Forsskal) optimal pada dosis 186 g/bak.
3. Kualitas air dan tanah selama penelitian berada pada kisaran yang layak untuk kehidupan dan pertumbuhan ikan bandeng.

### Saran

Dalam usaha budidaya ikan bandeng yang mengandalkan makanan alami, sebaiknya menggunakan pupuk organik (lumpur minyak sawit) dengan dosis 186 g/bak

## DAFTAR PUSTAKA

- Andarias, I. 1991. Pengaruh Pupuk Urea dan TSP Terhadap Produksi Kelekap. Disertasi. Fakultas Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Anggoro, S. 1983. Permasalahan Kesuburan Perairan Bagi Peningkatan Produksi Ikan Tambak. Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro. Semarang.
- . 1984. Pengaruh Salinitas Terhadap Kuantitas dan Kualitas Makanan Alami Serta Produksi Biomassa Nener Bandeng. Thesis S2. Fakultas Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Anonim. 1984. Pedoman Pemupukan Tambak. Unit Pembinaan Budidaya Air Payau. Bangil.
- Apud, F., J. H. Primavera, P. L. Torres, Jr. 1977. Farming of Prawn and Shrimp. Extension Manual No. 5. SEAFDEC, Aquaculture Departement. Tigbauan, Iloilo. Philippines.
- Aritonang, D. 1986. Potensi Perkebunan Kelapa Sawit Sebagai Sumber Bahan Makanan Ternak di Indonesia. Majalah Pertanian, Departemen Pertanian Jakarta. No. 1. 1985/1986.
- Asmawi, S. 1986. Pemeliharaan Ikan Dalam Karamba. PT Gramedia Jakarta.
- Bardach, J. E., J. H. Ryther and W. O. Mc Larney. 1972. Aquaculture : Fish Farming and Husbandry of Freshwater and Marine Organisme. Wiley Interscience, A Division of John Wiley and Sons, Inc. New York, London, Sidney, Toronto.
- Boyd, C. B. 1979. Water Quality Management in Pond Fish Culture. International Centre for Aquaculture Experiment Station. Auburn University, Auburn, Alabama.
- Budiono, M., N. Hamid dan M. Mardjono. 1984. Teknik Penangkapan dan Penanganan Benih. Dalam Pedoman Budidaya Tambak. Direktorat Jenderal Perikanan, Departemen Pertanian RI. Jakarta : Hal. 33 - 62.
- Djuhanda, T. 1981. Dunia Ikan. CV. Armico. Bandung.
- Effendie, M. I. 1979. Metode Biologi Perikanan. Cetakan Pertama.

- Fauzia, A. Penggunaan Lumpur Sawit Kering (Dried Palm Oil Sludge) dalam Ransum Pertumbuhan Sapi Perah. Tesis Fakultas Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Hardjowigeno, S. 1987. Ilmu Tanah. PT Medyatama Sarana Perkasa. Jakarta.
- Hickling, C. F. 1971. Fish Culture. Faber and Faber Inc. London.
- Huet, H. 1971. Text Book of Fish Culture. Breeding and Cultivation of Fish. Fishing News Book Ltd. Farnham.
- Hutagalung dan Jalaluddin. 1982. Feeds for Farm Animal from The Oil Palm. Serdang. Malaysia.
- Jangkaru, Z. 1974. Makanan Alami. Lembaga Penelitian Perikanan Darat. Direktorat Jenderal Perikanan Darat Departemen Pertanian Bogor. Bogor.
- Kasry, A. 1984. Pengaruh Antibiotika dan Makanan pada Tingkat Salinitas yang Berbeda Terhadap Kelulusan Hidup dan Perkembangan Larva Kepiting, *Scylla serrata*. Disertai Doktor. Pakultas Pascasarjana, IPB. Bogor.
- Kusnendar, E. dan Sudjiharno. 1984. Budidaya bandeng dan Udang di Tambak. Dalam Pedoman Budidaya Tambak. Direktorat Jenderal Perikanan, Departemen Perikanan, Departemen Pertanian RI. Jakarta : Hal. 112 - 155.
- Loebis, B. dan P. L. Tobing. 1989. Pengendalian Air. Limbah Pabrik Kelapa Sawit dengan Tangki Anaerob. Dalam Bulletin Perkebunan. Balai Penelitian Perkebunan Medan. Medan: Hal. 191 - 192.
- Lubis, S. 1989. Perbandingan Lumpur Aktif dengan Air Limbah Pabrik Kelapa Sawit pada Sistem Anaerob. Dalam Bulletin Perkebunan. Balai Penelitian Perkebunan Medan. Medan: Hal. 175 - 176.
- Martosudarmo, B., E. Sudarmini, B. Salamoen dan B. S. Ranaoemihardjo. 1984. Biologi Bandeng (*Chanos Chanos Forsskal*). Dalam Pedoman Budidaya Tambak. Direktorat Jenderal Perikanan, Departemen Pertanian RI. Jakarta: Hal. 20 - 32.

- Mintardjo, K., A. Sunaryanto, Utaminingsih dan Hermiyaningsih. 1984. Persyaratan Tanah dan Air. Dalam Pedoman Budidaya Tambak. Direktorat Jenderal Perikanan, Departemen Pertanian RI. Jakarta : Hal. 63 - 89.
- Mudjiman, A. 1982. Budidaya Bandeng di Tambak. Penebar-an Swadaya. Jakarta.
- \_\_\_\_\_. 1986. Budidaya Ikan di Sawah Tambak. CV Simplex. Jakarta.
- Murtidjo, B .A. 1988. Tambak Air Payau, Budidaya Udang dan Bandeng. Kanisius. Yogyakarta.
- Pescod, M.B. 1973. Investigated of National Effluent and Stream Standards for Tropical Countries. AIT Bangkok, Thailand. U. S. Army Research and Developmen Group Far East APO, San Francisco.
- Poernomo, A. E. Suryati, S. Ismawati. 1980. Pengaruh Mutu Air Terhadap Produksi Udang Tambak. Makalah. Pentingnya Pengelolaan Mutu Air dalam Meningkatkan Produktivitas Tambak Udang. Semarang.
- Ranoemiharjo, B. S. dan P. D. Padlan. 1976. Teknik Pengelolaan Peneneran Bandeng. Dirjen Perikanan. BBAP Jepara.
- Ranoemiharjo, B. S. dan I. P. Lantang. 1984. Pupuk dan Teknik Pemupukan Tambak. Dalam Pedoman Budidaya Tambak: Direktorat Jenderal Perikanan, Departemen Pertanian RI. Jakarta : Hal 185 - 208.
- Ricker, W.E. 1979. Growth Rates and Models. In. W.S. Hoar *et al* (eat). Firth Physiologi. Vol VIII : Bionergetics and Growth. Academic Press : Hal 677 - 743.
- Sarief, S. 1986. Ilmu Tanah Pertanian. Penerbit Pustaka Buana. Bandung.
- Sartina. 1990. Pengaruh Beberapa Jenis Makanan Alami Terhadap Pertumbuhan dan Tingkat Kelangsungan Hidup Ikan Titang (*Scatophagus argus* Bloch) dalam Bak Terkontrol. Tesis. Jurusan perikanan, Fakultas Peternakan, Universitas Hasanuddin. Ujung Pandang.
- Scuhuster, W.H. 1960. Synopsis of Biological Data on Milk Fish (*Chanos chanos* Forsk). FAO, Rome, Italy.

- Sikong, M. 1982. Beberapa Faktor Lingkungan yang Mempengaruhi Produksi Biomassa Udang Windu (*Penaeus monodon*). Disertasi Doktor. Fakultas Pascasarjana IPB. Bogor.
- Soeseno, S. 1984. Budidaya Ikan dan Udang dalam Tambak. PT. Gramedia. Jakarta
- Soetomo, M. H. A. 1990. Teknik Budidaya Ikan Windu. Sinar Baru. Bandung.
- Soetrisno, L. dan R. Winahyu. 1991. Kelapa Sawit. Kajian Sosial Ekonomi. Penerbit Aditya Media. Yogyakarta.
- Swingle, H. S. 1969. Methods of Analysis for Water, Organic Matter and Pond Bottom Soils Used in Fisheries Research. Auburn University. Auburn.
- Tang, Y. A. and S. H. Chen. 1966. A Survey of The Algae Pasture Soils of Milk Fish Pond in Taiwan. Contribution to FAO World Symposium on Warmwater Pond Fish Culture.
- Tarigan, D. 1991. Hasil Penelitian Pengaruh Limbah Kelapa Sawit Terhadap Kubis. Medan.
- Tjwan, K. B. 1965. Pengantar Ilmu Tanah. Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Tobing, P. L. Utomo, C. P. M. Naiboho. 1990. Pengendalian Air Limbah Faberik Kelapa Sawit dengan Tangki Anaerob. Dalam Buletin Perkebunan. Balai Penelitian Perkebunan Medan. Hal. 187.
- Wardoyo, S. T. H. 1975. Kriteria Kualitas Air Untuk Keperluan Perikanan. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- \_\_\_\_\_. 1981. Kriteria Kualitas Air Untuk Keperluan Pertanian dan Perikanan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Wibowo, I. 1993. Pengaruh Penempatan Pupuk N Terhadap Produksi Ikan Bandeng (*Chanos chanos* Forsskal). Tesis. Fakultas Peternakan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin. Ujung Pandang.

L A M P I R A N

Tabel Lampiran 1. Data-Data Hasil Pengamatan Selama Penelitian

Perlakuan	Ulangan	Pertumbuhan Relatif (%)	Produksi biomassa (g)	Kelangsungan Hidup (%)
A <sub>1</sub> B <sub>1</sub>	1	3,43	2,53	70
	2	3,15	2,48	70
	3	3,12	2,74	90
Rata-rata		3,23	2,58	76,67
A <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	1	3,20	2,54	95
	2	3,29	2,64	55
	3	3,06	2,40	75
Rata-rata		3,18	2,53	75,00
A <sub>1</sub> B <sub>2</sub>	1	3,94	3,12	70
	2	3,93	3,26	80
	3	3,97	3,36	100
Rata-rata		3,95	3,25	83,3
A <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	1	3,44	3,38	85
	2	3,36	2,73	75
	3	3,43	2,94	85
Rata-rata		3,41	2,68	81,67
A <sub>1</sub> B <sub>3</sub>	1	3,76	3,16	60
	2	3,74	3,06	100
	3	3,67	3,01	70
Rata-rata		3,72	3,08	76,67
A <sub>2</sub> B <sub>3</sub>	1	3,28	2,62	75
	2	3,26	2,59	70
	3	3,44	2,76	75
Rata-rata		3,33	2,66	73,3

Tabel Lampiran 2. Daftar Sidik Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Laju Pertumbuhan Relatif Ikan Bandeng

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F <sub>hit.</sub>	F <sub>tabel</sub>	
					5%	1%
Rata-Rata	1	233,10	233,10			
Perlakuan	5	1,1606	0,2321	40,72**	3,11	5,06
Padat Penebaran (A)	1	0,8271	0,8271	145,11**	4,75	9,35
Dosis Lumpur (B)	2	0,3047	0,1523	26,72**	3,88	6,93
B <sub>linier</sub>	1	0,0829	0,0829	14,54**		
B <sub>kuadratik</sub>	1	0,2218	0,2218	38,91**		
Interaksi (AB)	2	0,0288	0,0144	2,53 <sup>ns</sup>		
Sisa	12	0,0679	0,0057			
Total	18	234,33				

Keterangan : \*\*) Sangat berbeda nyata  
 ns) Tidak berbeda nyata



Tabel Lampiran 3. Daftar Sidik Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Tingkat Kelangsungan Hidup Ikan Bandeng

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F <sub>hit.</sub>	F <sub>tabel</sub>	
					5%	1%
Rata-Rata	1	108888,89	108888,89			
Perlakuan	5	227,7777	45,5555	0,22 <sup>ns</sup>	3,11	5,06
Padat Penebaran (A)	1	22,2222	22,2222	0,11 <sup>ns</sup>	4,75	9,35
Dosis Lumpur (B)	2	202,7777	101,3888	0,49 <sup>ns</sup>	3,88	6,93
B <sub>linier</sub>	1	2,0833	2,0833	0,01 <sup>ns</sup>		
B <sub>kuadratik</sub>	1	200,6944	200,6944	0,97 <sup>ns</sup>		
Interaksi (AB)	2	2,7777	1,3888	0,01 <sup>ns</sup>		
Sisa	12	2483,3333	206,9444			
Total	18	111600				

Keterangan : ns) Tidak berbeda nyata

Tabel Lampiran 4. Daftar Sidik Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Produksi Biomassa Ikan Bandeng (*Chanos chanos*)

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F <sub>hit.</sub>	F <sub>tabel</sub>	
					5%	1%
Rata-Rata	1	144,16	144,16			
Perlakuan	5	0,0234	0,0047	11,75**	3,11	5,06
Padat Penebaran (A)	1	0,0194	0,0194	48,5**	4,75	9,35
Dosis Lumpur (B)	2	0,0035	0,0018	4,5*	3,88	6,93
B <sub>linier</sub>	1	0,0012	0,0012	3,0 <sup>ns</sup>		
B <sub>kuadratik</sub>	1	0,0023	0,0023	5,75*		
Interaksi (AB)	2	0,0004	0,0002	0,50 <sup>ns</sup>		
Sisa	12	0,0051	0,0004			
Total	18	144,1885				

Keterangan : \*\* ) Sangat berbeda nyata  
 \* ) Berbeda nyata  
 ns ) Tidak berbeda nyata

Tabel Lampiran 5. Suhu Air ( $^{\circ}\text{C}$ ) Selama Penelitian

Per- lakuan	Pukul	Maktu Pengamatan, hari ke							Rata-Rata $\pm$ sd
		1 - 7	8 - 14	15 - 21	22 - 28	29 - 35	36 - 42	43 - 49	
$A_1B_1$	06.00-07.00	25-26	26	26	25-26	25-26	25-26	26	25,38 $\pm$ 0,13
	12.00-13.00	28-30	29-30	31-32	30-31	30-31	30-31	30-32	30,63 $\pm$ 0,61
$A_2B_1$	06.00-07.00	26	25-26	25-26	25-26	25-26	25-26	26	25,71 $\pm$ 0,22
	12.00-13.00	29-32	30-31	30-32	30-32	30-31	30-31	31-32	30,79 $\pm$ 0,59
$A_1B_2$	06.00-07.00	26	26	25-26	25-26	25-26	26	25-26	25,92 $\pm$ 0,07
	12.00-13.00	29-30	30-31	30-31	30-32	30-31	30-31	30-32	30,84 $\pm$ 0,64
$A_2B_2$	06.00-07.00	25-26	26	26	25-26	25-26	26	26	25,84 $\pm$ 0,21
	12.00-13.00	27-31	30-32	30-31	30-31	30-31	30-32	32	30,92 $\pm$ 0,76
$A_1B_3$	06.00-07.00	25-26	25-26	25-26	25-26	25-26	25-26	25-26	25,60 $\pm$ 0,20
	12.00-13.00	28-30	30-32	30-31	30-31	30-31	30-31	30-32	30,65 $\pm$ 0,69
$A_2B_3$	06.00-07.00	26	25-26	25-26	25-26	26	26	26	25,84 $\pm$ 0,24
	12.00-13.00	29-31	30-31	30-32	31-32	30-32	32	30-32	30,82 $\pm$ 0,74

Tabel Lampiran 6. Salinitas Air (permil) Selama Penelitian

Per- lakuan	Pukul	Waktu Pengamatan, hari ke							Rata-Rata $\pm$ sd
		1 - 7	8 - 14	15 - 21	22 - 28	29 - 35	36 - 42	43 - 49	
A <sub>1</sub> B <sub>1</sub>	06.00-07.00	27-35	31-32	31-32	30-32	31-33	30-31	30-32	30,90 $\pm$ 0,40
	12.00-13.00	30-36	32-35	31-35	30-34	31-35	33-35	31-35	33,33 $\pm$ 0,40
A <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	06.00-07.00	27-31	30-33	30-31	30-33	30-32	30-32	30-31	30,63 $\pm$ 0,34
	12.00-13.00	29-34	30-34	30-34	33-35	32-35	31-34	33-35	32,45 $\pm$ 0,80
A <sub>1</sub> B <sub>2</sub>	06.00-07.00	31-34	30-32	30-33	30-32	30-32	30-31	30-31	31,00 $\pm$ 0,74
	12.00-13.00	32-35	30-34	30-34	33-35	32-34	31-34	32-34	32,81 $\pm$ 0,70
A <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	06.00-07.00	30-32	30-32	30-32	30-32	30-33	31-33	31-32	30,72 $\pm$ 0,75
	12.00-13.00	30-34	30-34	32-35	33-34	33-35	33-35	32-34	32,18 $\pm$ 0,71
A <sub>1</sub> B <sub>3</sub>	06.00-07.00	25-30	30-32	30-32	31-35	30-34	30-33	30-32	30,33 $\pm$ 1,32
	12.00-13.00	25-34	30-34	31-34	31-35	32-35	32-35	32-34	32,23 $\pm$ 1,16
A <sub>2</sub> B <sub>3</sub>	06.00-07.00	30-32	30-31	30-31	30-34	31-34	31-34	31-32	31,00 $\pm$ 0,82
	12.00-13.00	30-35	30-33	32-35	32-34	33-35	33-35	32-35	32,57 $\pm$ 0,76

Tabel Lampiran 7. Nilai pH Air Media Selama Penelitian

Perlakuan	Waktu Pemanasan, Minggu ke							Rata. ± sd
	I	II	III	IV	V	VI	VII	
A <sub>1</sub> B <sub>2</sub>	7	7	7	6-7	7	7	7	6,95 ± 0,12
A <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	7-8	7	7	7	7	7	7	7,05 ± 0,12
A <sub>1</sub> B <sub>2</sub>	7	7	7	7	7-8	7	7	7,05 ± 0,12
A <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	7	7-8	7	7	7	7	7	7,05 ± 0,12
A <sub>1</sub> B <sub>3</sub>	7	7	7	7	7	7	6-7	6,95 ± 0,12
A <sub>2</sub> B <sub>3</sub>	7-8	7-8	7	7	7	7	7	7,05 ± 0,12

Tabel Lampiran 8. Konsentrasi Oksigen Terlarut (ppm) dalam Air Media Selama Penelitian

Perlakuan	Pukul	Waktu Pengamatan, Minggu ke							Rata-rata $\pm$ sd	
		I	II	III	IV	V	VI	VII		
A <sub>1</sub> B <sub>1</sub>	06.00	2,4-2,5	2,9-4,5	2,9-3,2	2,9-3,8	2,1-2,9	2,4-3,8	2,1-2,5	2,96	$\pm$ 0,62
	12.00	5,8-6,4	3,8-7,7	2,6-6,3	3,6-5,9	2,2-3,8	2,6-4,7	2,6-3,8	4,35	$\pm$ 1,25
A <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	06.00	2,8-3,2	2,3-5,8	2,7-2,8	2,6-3,2	2,8-3,2	2,6-3,8	2,8-3,8	2,89	$\pm$ 0,19
	12.00	5,6-6,4	2,6-6,4	3,8-4,5	4,0-5,1	3,6-6,0	3,8-5,9	4,48	4,95	$\pm$ 0,69
A <sub>1</sub> B <sub>2</sub>	06.00	2,4-4,7	2,9-2,8	2,1-2,9	2,4-3,2	2,2-3,2	2,1-2,7	2,8-3,2	2,97	$\pm$ 0,56
	12.00	6,4	2,9-5,3	2,4-5,3	4,5-4,7	3,8-5,9	3,9-5,8	2,6-4,7	4,96	$\pm$ 0,99
A <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	06.00	2,6-4,5	2,3-5,8	2,7-3,6	2,6-3,2	2,1-2,6	2,3-2,8	2,0-2,8	2,89	$\pm$ 0,53
	12.00	3,5-5,8	3,8-7,6	3,8-5,9	3,2-5,3	5,1-5,8	3,1-5,9	2,2-5,6	4,08	$\pm$ 0,84
A <sub>1</sub> B <sub>3</sub>	06.00	2,3-2,8	2,7-3,6	2,6-3,8	2,1-2,7	2,6-3,3	2,7-2,8	2,2-3,8	2,86	$\pm$ 0,32
	12.00	3,8-5,8	3,8-6,0	4,5-5,8	3,3-4,5	5,3-5,8	3,3-5,3	3,8-5,8	4,77	$\pm$ 0,62
A <sub>2</sub> B <sub>3</sub>	06.00	2,1-5,8	2,6-3,5	2,1-2,9	2,4-2,6	2,2-3,3	2,2-4,5	2,1-2,4	2,66	$\pm$ 0,31
	12.00	3,9-5,8	3,6-6,0	3,8-5,5	3,9-5,1	3,8-5,9	3,8-5,9	3,8-5,3	4,68	$\pm$ 0,09

Tabel Lampiran 9. Konsentrasi CO<sub>2</sub> bebas (ppm) dalam Air Media Selama Penelitian

Perlakuan Pukul		Waktu Pengamatan, Minggu ke							Rata-Rata ± sd	
		I	II	III	IV	V	VI	VII		
A <sub>1</sub> B <sub>1</sub>	06.00	6,4-10,0	6,4-9,2	7,2-10,4	9,0-12,0	10,0-11,2	9,2-10,4	7,8-11,2	9,32	± 1,13
	12.00	6,0- 8,0	6,0-8,0	4,4- 6,4	8,8-10,4	6,2-10,0	6,8-10,4	6,4- 9,6	7,60	± 1,37
A <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	06.00	8,0- 9,2	9,2-10,0	6,4- 7,2	6,0- 8,0	8,0-11,2	6,4- 8,8	8,2-10,0	8,46	± 1,23
	12.00	6,8- 8,8	8,0- 8,8	6,0- 6,0	4,8- 6,8	6,4-10,4	7,2-10,0	4,6- 8,2	7,43	± 0,98
A <sub>1</sub> B <sub>2</sub>	06.00	6,0- 8,8	10,2-10,4	8,8-12,0	6,0-10,0	8,8-11,2	6,0-10,4	8,0-10,0	8,97	± 1,23
	12.00	4,0- 8,0	9,2-10,8	6,0-11,6	7,2-10,0	8,0-10,4	5,4-12,4	6,0- 9,6	8,31	± 1,31
A <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	06.00	6,0- 8,8	9,2-11,2	10,0-11,2	6,8- 8,0	8,0-10 8	6,4-11,2	8,8-11,2	9,12	± 1,39
	12.00	4,4- 8,4	8,4-12,0	9,2-10,4	4,4- 6,4	7,5-11,2	5,4- 4,0	8,0-10,0	8,00	± 1,02
A <sub>1</sub> B <sub>3</sub>	06.00	6,4- 7,2	8,8-10,4	8,8-11,2	8,0- 8,8	8,0-10,4	6,4-11,2	7,6-11,6	8,71	± 0,98
	12.00	6,0- 6,4	6,0- 8,8	6,4-10 0	6,0- 6,4	6,4- 8,2	6,4- 8,4	9,0- 9,8	7,55	± 1,02
A <sub>2</sub> B <sub>3</sub>	06.00	8,0- 8,8	8,0-11,2	10,0-12,0	6,0-10,0	8,0-10,0	8,4-10,8	8,8-10,8	9,46	± 0,98
	12.00	6,4- 8,0	6,0- 9,2	8,0-11,2	4,0- 8,0	6,4- 9,6	8,0- 9,8	8,0- 9,8	8,01	± 1,08

Tabel Lampiran 10. Konsentrasi Amoniak (ppm N-NH<sub>3</sub>) dalam Air Media Selama Penelitian

Perlakuan	Waktu Pengamatan, hari ke-			
	7	21	35	49
A <sub>1</sub> B <sub>2</sub>	0,024	0,018	0,012	0,009
A <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	0,030	0,026	0,004	0,015
A <sub>1</sub> B <sub>2</sub>	0,040	0,030	0,020	0,010
A <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	0,059	0,038	0,031	0,017
A <sub>1</sub> B <sub>3</sub>	0,065	0,042	0,033	0,020
A <sub>2</sub> B <sub>3</sub>	0,078	0,057	0,036	0,025
Rata-rata	0,049	0,035	0,022	0,016

Tabel Lampiran 11. Konsentrasi Fosfat (ppm P-PO<sub>4</sub>) dalam Air Media Selama Penelitian

Perlakuan	Waktu Pengamatan, hari ke-			
	7	21	35	49
A <sub>1</sub> B <sub>2</sub>	0,35	0,20	0,19	0,05
A <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	0,20	0,11	0,04	0,02
A <sub>1</sub> B <sub>2</sub>	1,22	1,10	0,04	0,02
A <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	1,10	0,81	0,55	0,10
A <sub>1</sub> B <sub>3</sub>	1,30	1,08	0,70	1,19
A <sub>2</sub> B <sub>3</sub>	1,15	0,86	0,59	0,09
Rata-rata	0,89	0,69	0,47	0,12

Tabel Lampiran 12. Konsentrasi Nitrat (ppm N-NO<sub>3</sub>) dalam Air Media Selama Penelitian

Perlakuan	Waktu Pengamatan, hari ke-			
	7	21	35	49
A <sub>1</sub> B <sub>2</sub>	0,75	0,64	0,50	0,15
A <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	0,70	0,60	0,45	0,20
A <sub>1</sub> B <sub>2</sub>	2,15	2,00	0,90	0,68
A <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	1,91	1,78	0,81	0,44
A <sub>1</sub> B <sub>3</sub>	2,18	2,05	0,78	0,58
A <sub>2</sub> B <sub>3</sub>	1,94	1,60	0,74	0,46
Rata-rata	1,61	1,45	0,70	0,42

Tabel Lampiran 13. Kualitas Tanah Percobaan Selama Penelitian

Perlakuan	pH		C-Organik (%)		N-total (%)		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (ppm)	
	Aw	Ak	Aw	Ak	Aw	Ak	Aw	Ak
A <sub>1</sub> B <sub>2</sub>	5,95	6,20	0,40	0,15	0,125	0,07	6,60	3,40
A <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	5,90	6,15	0,36	0,09	0,130	0,05	6,54	3,20
A <sub>1</sub> B <sub>2</sub>	6,00	6,65	0,75	0,37	0,170	0,15	8,68	5,29
A <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	6,05	6,55	0,65	0,31	0,160	0,10	7,53	5,00
A <sub>1</sub> B <sub>3</sub>	6,00	6,50	0,80	0,40	0,172	0,09	8,50	4,91
A <sub>2</sub> B <sub>3</sub>	6,10	6,60	0,79	0,29	0,150	0,10	8,10	4,70
Rata-Rata	6,00	6,44	0,63	0,29	0,151	0,09	7,66	4,42

Keterangan : Aw = Awal percobaan (setelah pemupukan)

Ak = Akhir percobaan

## Lampiran 14. Kualitas Tanah Awal Sebelum Pemupukan

Liat	: 20,97 %
debu	: 75,52 %
Pasir	: 6,51 %
pH	: 5,85
C organik	: 0,3 %
N total	: 0,12 %
P tersedia	: 6,5 ppm

## Lampiran 15. Hasil Analisa Lumpur Minyak Kelapa Sawit

pH	: 6,19
C organik	: 31 %
N total	: 2,41 %
C/N	: 12,47 %
Ca	: 0,60 %
P tersedia	: 7,17 %

Sumber : Hasil Analisa Laboratorium Jurusan Perikanan  
Fakultas Peternakan dan Perikanan UNHAS,  
Ujung Pandang.

## RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan pada tanggal 14 September 1969 di Cangadi/Soppeng, yang merupakan anak keempat dari empat bersaudara, dari pasangan Nawawi dan Monneng.

Pada tahun 1977 memulai pelajaran di Sekolah Dasar Negeri 1 Cangadi, Kecamatan Liliriaja, Kabupaten Soppeng, dan menamatkan pelajaran pada tahun 1983. Di tahun yang sama penulis melanjutkan pelajaran di Sekolah Menengah Pertama 1129 Cangadi, dan lulus pada tahun 1986 dan Sekolah Menengah Atas 600 Cangadi tahun 1989.

Di tahun 1989 penulis diterima sebagai mahasiswa pada Fakultas Peternakan dan Perikanan Universitas Hasanuddin, dengan memilih Jurusan Perikanan, bidang keahlian Akuakultur.