



Evaluasi Tingkat Kesesuaian Kualitas Air Tambak Udang Berdasarkan Produktivitas Primer PT. Tirta Bumi Nirbaya Teluk Hurun Lampung Selatan (Studi Kasus)

Heni Dede^{*)}, Riris Aryawati dan Gusti Diansyah

Program Studi Ilmu Kelautan FMIPA, Universitas Sriwijaya, Indralaya, Indonesia

*e-mail : hennydede@yahoo.co.id

Received 24 November 2013; received in revised form 27 November 2013;
accepted 20 Desember 2013

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kualitas air tambak udang yang didasarkan produktivitas primer perairan tambak sehingga dapat diketahui tingkat kesesuaiannya. Penelitian telah dilaksanakan pada tanggal 3 Juni hingga 11 Juli 2008 di tambak udang PT. Tirta Bumi Nirbaya Teluk Hurun Lampung Selatan. Dalam menentukan stasiun digunakan metode *random sampling* dan pengukuran sampel dilakukan pada dua tempat yaitu pengukuran secara *in situ* di lapangan dan analisis di laboratorium Balai Besar Pengembangan Budidaya Laut (BBPBL) Lampung. Hasil dari penelitian ini menunjukkan tingkat kesesuaian kualitas air tambak udang PT. Tirta Bumi Nirbaya termasuk dalam kategori sesuai bersyarat dan sangat sesuai. Hasil evaluasi kualitas air tanggal 8 Juni 2008 termasuk dalam kategori sesuai bersyarat dengan total skor berkisar antara 45-49. Untuk hasil evaluasi kualitas air tanggal 21 Juni 2008 termasuk dalam kategori sangat sesuai dengan total skor 88, sedangkan total skor dari hasil evaluasi kualitas air tambak tanggal 26 Juni termasuk dalam kategori sangat sesuai (75,4-99,4)

Kata Kunci : Kesesuaian air, Tambak udang, Produktivitas primer

ABSTRACT

The aims of this research were to evaluation shrimp pond water quality in order to get the class of water suitability. This research was conducted on June 3 to July 11 2008 in shrimp aquaculture owned by PT. Tirta Bumi Nirbaya. Random sampling method was used to determine the station and sample measure was taken by in situ and analysed at National Seafarming Development Center Lampung. The results showed that water suitability of the shrimp pond including into marginal and excellent suitable level. The evaluation result of water quality on June 8th 2008 including into marginal suitable level with the total score between 45-49. The evaluation result of water quality on June 21st 2008 including into excellent suitable level with the total score 88 and then the total score on June 26th 2008 including excellent suitable level (75,4-99,4)

Keyword : Water suitability, Shrimp pond, Primary productivity

I. PENDAHULUAN

Tambak udang merupakan salah satu usaha yang banyak dikembangkan dan dikelola oleh masyarakat karena mendukung perekonomian melalui peningkatan pendapatan baik sebagai hasil utama maupun sampingan.

Begitu banyaknya usaha tambak udang di Teluk Hurun Lampung Selatan, tetapi tidak jarang pula ada beberapa diantara tambak tersebut mengalami kendala seperti kematian udang secara massal dan lain sebagainya. Hal ini pula yang dirasakan perusahaan tambak udang PT. Tirta Bumi Nirbaya. Dalam kurun waktu dua tahun terakhir (2006-2007) mengalami penurunan hasil produksi tambak udang. Diduga karena adanya perubahan kualitas air pada tambak tersebut.

Menurut Nasilo (2008) (wawancara pribadi), penurunan kualitas air tambak udang PT. Tirta Bumi Nirbaya yang terjadi selama dua tahun terakhir ditandai dengan perubahan warna air tambak yang sedikit hijau kemerahan.

Diduga penurunan kualitas air disebabkan oleh banyak faktor misalnya sumber air, pengaruh cuaca, *treatmen error* dalam penggunaan beberapa perlakuan seperti pakan, pupuk dan lain sebagainya.

Kualitas air tambak udang yang menurun akan menimbulkan masalah karena didalam budidaya tambak udang, air merupakan media utama sehingga perlu perhatian lebih dalam pengelolaannya. Kualitas air juga merupakan salah satu faktor yang menjadi kunci keberhasilan usaha budidaya tambak udang (Dahuri dkk, 2004). Data dan informasi mengenai kondisi kualitas air pada tambak udang dapat diketahui dengan melakukan evaluasi kualitas air antara lain berdasarkan produktivitas primer sehingga dapat diketahui tingkat kesesuaian kualitas air tambak udang pada kondisi sekarang.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan pada dua tempat yaitu penelitian lapangan dan analisa laboratorium. Penelitian lapangan dilakukan sebanyak tiga kali yaitu dengan melakukan pengukuran parameter dan pengambilan sampel air pada tanggal 8, 21 dan 26 juni 2008. Untuk analisis laboratorium berupa analisis klorofil-a, nitrat, nitrit, fosfat, amonia, muatan padatan tersuspensi dan titrasi kadar oksigen terlarut botol gelap-terang.

Penentuan stasiun penelitian dilakukan dengan menggunakan metode *random sampling* yaitu sebuah metode penentuan stasiun secara acak yang dianggap dapat mewakili penelitian. Pemilihan stasiun secara acak berdasarkan umur udang yang berbeda-beda. Stasiun 1 merupakan tambak dengan umur udang dua minggu dan lokasinya berada dekat sumber buangan air yang digunakan oleh masyarakat setempat. Stasiun 2 merupakan tambak dengan umur udang satu bulan, sedangkan stasiun 3 merupakan tambak dengan umur udang tujuh hari. Stasiun 2 dan 3 lokasinya berada dekat

saluran inlet dan outlet serta perairan Teluk Hurun.

Pengukuran parameter secara *in situ* meliputi suhu, kecerahan, kedalaman, pH, salinitas dan warna yang dilihat secara visual, sedangkan untuk beberapa parameter lain seperti klorofil-a, muatan padatan tersuspensi, nitrit, nitrat, fosfat, ammonia dan oksigen terlarut dilakukan pengambilan sampel air yang selanjutnya dianalisis di laboratorium.

Analisis data yang digunakan adalah analisis statistik berupa regresi linier dan selanjutnya dilakukan pembobotan untuk menentukan tingkat kelas kesesuaian kualitas air tambak (Trisakti, 2003). Proses analisis data yang kali pertama adalah meregresikan variabel terikat, dalam hal ini adalah produktivitas primer dengan variabel bebas yaitu klorofil-a, muatan padatan tersuspensi, suhu permukaan, salinitas dan oksigen terlarut (Trisakti, 2003). Hasil regresi antara kedua variabel ini akan menghasilkan koefisien determinasi atau R^2 . Nilai koefisien determinasi selanjutnya akan

dikalikan dengan 100% dan digunakan sebagai bobot (B).

Setiap variabel bebas memiliki kisaran nilai dan telah dikodekan dengan nilai (N) dari angka 1 hingga 4. Langkah selanjutnya adalah penentuan nilai (N) hasil pengukuran variabel

Tabel 1. Kisaran Nilai untuk Parameter Klorofil-a, MPT, Suhu Permukaan, Salinitas dan Oksigen Terlarut

Parameter	Kisaran	Nilai (N)	Sumber
Klorofil-a (µg/l)	≤ 0,005	1	1
	0,005 < Klorofil-a	2	
	≤ 0,010		
	0,010 < Klorofil-a	3	
MPT (mg/l)	≤ 0,015	4	1
	> 0,015	1	
	> 400	2	
	80 < MPT ≤ 400	3	
Suhu Permukaan (°C)	25 < MPT ≤ 80	4	1
	≤ 25	1	
	> 35 ; ≤ 24	2	
	31 < suhu ≤ 34 ;	3	
Salinitas (‰)	24 < suhu ≤ 26	4	2
	29 < suhu ≤ 31 ;	1	
	26 < suhu ≤ 28	2	
	28 < suhu ≤ 29	3	
DO (mg/l)	Salinitas < 10 ;	4	2
	Salinitas > 35	1	
	25,1 - 35	2	
	10 - 15	3	
	15,1 - 25	4	2
	DO < 3	1	
	3 - 6	2	
	6,1 - 8	3	
	DO > 8	4	

bebas dari tiap-tiap stasiun. Proses berikutnya adalah perhitungan skor variabel bebas dengan mengalikan nilai (N) dengan bobot (B), kemudian dijumlahkan untuk menentukan kelas tingkat kesesuaian kualitas air tambaknya.

Sumber :

(1) Dewayani (2000) dan Syamsul, *et al.*, (2001), modifikasi dalam Trisakti (2003).

(2) Anonim (2003) dalam Kisworo (2005)

Keterangan :

(1) Tidak sesuai

(2) Sesuai Bersyarat

(3) Sesuai

(4) Sangat Sesuai

Total Skor : N x B

Tabel 2. Tipe Kelas dan Arti Tingkat Kesesuaian Kualitas Air Tambak Udang

Total Skor	Tingkat Kesesuaian	Artinya
> 80	Sangat Sesuai (S1)	Potensial dan tidak mempunyai faktor penghambat
60 - 79	Sesuai (S2)	Memenuhi persyaratan minimal
40 - 59	Sesuai Besyarat (S3)	Mempunyai faktor pembatas dan perlu input tambahan
< 40	Tidak Sesuai (TS)	Mempunyai faktor pembatas yang sangat berat

Sumber : Pramono *et al.*, 2005

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengukuran, suhu permukaan tambak udang PT. Tirta Bumi Nirbaya yang diperoleh dalam penelitian berkisar antara 29 hingga 30,07°C. Kisaran suhu yang diperoleh merupakan kisaran suhu yang baik untuk budidaya tambak udang. Hal ini didukung oleh Pramono dkk (2005) yang menyatakan suhu perairan yang baik untuk tambak udang berkisar 26 hingga 30°C, karena pada kisaran suhu tersebut udang dapat

melakukan proses pencernaan makanan dengan baik sehingga diikuti pertumbuhan udang yang baik pula.

Kecerahan tambak udang yang diperoleh dalam penelitian berkisar 14,58 hingga 29,86 %. Hasil pengukuran setiap stasiun pada tiap tanggal pengamatan menunjukkan persentase kecerahan tertinggi didominasi oleh stasiun 3 yaitu berkisar 25,69 hingga 29,86 %. Hal ini karena pengukuran dilakukan pada siang hari

(pukul 10.15 WIB) dengan intensitas cahaya matahari yang cukup tinggi. Menurut Supangat (2000) semakin tinggi intensitas cahaya maka penetrasi yang menembus kolom perairan tambak semakin banyak sehingga kecerahan tinggi.

Tinggi persentase kecerahan pada stasiun 3 diduga pula karena udang berumur tujuh hari. Umur udang yang masih muda tersebut belum menggunakan pakan terlalu banyak sehingga buangan (*feces*) yang dihasilkan belum terlalu banyak. Menurut Tim Penyusun LAPAN (2004) sedikitnya buangan (*feces*) dari udang menyebabkan kekeruhan rendah dan kecerahan tinggi.

Warna perairan tambak udang disetiap stasiun pengamatan didominasi oleh warna hijau kecoklatan. Warna perairan tambak ini berasal dari jenis fitoplankton berwarna hijau dan coklat. Menurut Pramono dkk (2005), warna air yang baik untuk tambak udang adalah hijau kecoklatan, hijau atau coklat, karena menurut Tim penyusun BBPBAP (2007) fitoplankton hijau atau coklat dapat dijadikan sebagai pakan alami bagi udang dan sebagai penyangga (*buffer*) terhadap intensitas cahaya matahari.

Kedalaman tambak udang setiap stasiun yang diperoleh adalah sama yaitu 1,2 meter. Kedalaman perairan tambak tambak udang harus diperhatikan dalam peruntukkan budidaya udang karena berkaitan dengan kelangsungan hidup udang.

Kandungan MPT yang diperoleh dalam penelitian ini berkisar antara 160-364 mg/l. Hasil pengukuran kandungan MPT pada setiap stasiun dikatakan cukup tinggi dan dapat membahayakan udang karena mengganggu proses respirasi (Tim penyusun BBPBAP, 2004).

Menurut Trisakti (2003), kandungan MPT yang paling baik adalah kurang dari 25 mg/l. Apabila kandungan MPT di dalam suatu perairan tambak udang rendah maka tidak akan menghambat penetrasi cahaya matahari ke dasar tambak sehingga membantu proses fotosintesis.

Nilai pH yang diperoleh dalam penelitian berkisar antara 7,39 hingga 8,27. Kisaran pH tersebut dapat dikatakan mendukung untuk kelanjutan usaha budidaya tambak udang. Menurut Poernomo (1992), kisaran pH yang

baik untuk budidaya udang yaitu 8 hingga 8,5 karena pada kisaran tersebut udang dapat mengalami pertumbuhan optimal.

Perubahan pH sedikit saja akan memberikan petunjuk terganggunya sistem penyangga sehingga dapat mengurangi produktivitas primer (Romimohtarto, 1985). pH (derajat keasaman) air mempengaruhi tingkat kesuburan perairan karena mempengaruhi kehidupan jasad renik. Perairan asam (pH kurang dari 7) akan kurang produktif dan dapat membunuh udang dalam air. Kondisi ini akan menyebabkan oksigen terlarut berkurang dan sebagai akibatnya konsumsi oksigen menurun, aktivitas pernafasan naik serta nafsu makan akan berkurang (Buwono, 1993).

Kisaran nilai salinitas yang diperoleh dapat dikatakan kurang baik untuk budidaya tambak udang, karena pertumbuhan udang akan terhambat. Salinitas yang baik untuk budidaya tambak udang adalah 12-20 ‰, sedangkan udang akan mengalami kematian pada salinitas lebih besar dari 50 ‰. Metabolisme pigmen udang tidak sempurna dan mudah terserang penyakit apabila salinitas air tambak kurang dari 12 ‰ (Hamid, 2002).

Konsentrasi nitrat yang diperoleh dalam penelitian berkisar antara 0,001 hingga 0,36 mg/l. Konsentrasi nitrat yang diperoleh tanggal 8 dan 26 Juni 2008 tergolong rendah (kurang dari 0,226 mg/l) dan tidak baik bagi pertumbuhan udang di dalam tambak, tetapi hal ini dapat diatasi dengan pemberian pakan yang dapat meningkatkan konsentrasi nitrat dalam perairan tambak (Soeseno, 1984). Konsentrasi nitrat yang diperoleh tanggal 21 Juni 2008 tergolong sedang (antara 0,226 hingga 1,129 mg/l) (Liaw, 1969).

Konsentrasi fosfat yang diperoleh dalam penelitian berkisar antara 0,02 hingga 0,64 mg/l. Menurut Liaw (1969) apabila konsentrasi fosfat lebih dari 0,20 mg/l maka tergolong dalam perairan dengan tingkat kesuburan tinggi. Untuk mengatasi kesuburan yang tinggi, tambak udang PT. Tirta Bumi Nirbaya melakukan pergantian air, karena konsentrasi fosfat yang terlalu tinggi akan menyebabkan eutrofikasi yang juga berakibat kurang baik bagi perairan karena terlalu banyak fitoplankton sehingga oksigen terlarut rendah dan pH menurun.

Menurut Poernomo (1992) kadar nitrit yang baik untuk budidaya tambak adalah 0,25 mg/l. Apabila kadar nitrit lebih dari ambang batas toleransi maka akan menimbulkan racun dan membahayakan organisme didalam tambak karena dapat mengoksidasi Fe^{2+} di dalam hemoglobin yang mengakibatkan kemampuan darah untuk mengikat oksigen menurun.

Konsentrasi amonia pada tambak udang PT. Tirta Bumi Nirbaya yang diperoleh dalam penelitian berkisar antara 0,0039 hingga 0,0118 mg/l. Hasil pengukuran konsentrasi amonia di dalam tambak udang belum melampaui ambang batas toleransi (0,1 mg/l) sehingga dapat dikatakan masih sesuai untuk kelanjutan usaha budidaya tambak udang. Hal ini dikarenakan pada kisaran konsentrasi tersebut udang masih dapat mengikat oksigen dengan baik sehingga tidak menyebabkan nafsu makan menurun.

Konsentrasi oksigen terlarut yang diperoleh dalam penelitian di tambak udang PT. Tirta Bumi Nirbaya berkisar antara 6,8 hingga 8,09 mg/l. Hasil pengukuran yang diperoleh tidak menunjukkan perubahan yang drastis (perbedaannya relatif kecil), karena apabila hal ini terjadi di dalam tambak maka akan membahayakan udang.

Tingginya konsentrasi oksigen terlarut diduga karena umur udang yang masih muda dan kepadatan udang yang tidak terlalu tinggi sehingga tidak adanya kompetisi dalam penggunaan oksigen terlarut (Muawanah, *et al.*, 2005).

Hasil pengukuran konsentrasi klorofil-a pada tambak PT. Tirta Bumi Nirbaya dapat dikatakan rendah terutama pada tanggal 21 Juni 2008. Hal ini diduga karena adanya pergantian air tambak dan pada saat pengukuran dilakukan dalam kondisi cerah dengan intensitas cahaya yang tidak terlalu tinggi.

Menurut Hatta (2002), intensitas cahaya sangat berkaitan erat dengan pertumbuhan fitoplankton. Semakin subur fitoplankton maka kandungan klorofil-a cenderung semakin meningkat.

Didalam budidaya tambak udang klorofil-a merupakan faktor penting karena berfungsi sebagai mediator dalam proses fotosintesis dan menentukan produktivitas primer perairan tambak udang. Pengukuran produktivitas primer menggunakan metode gelap terang. berkisar antara 41,7 hingga 106,7 mg C/m³/jam.

Hasil pengukuran produktivitas primer dapat dikatakan baik untuk budidaya tambak udang karena berkaitan dengan daya dukung kehidupan penghuninya. Semakin tinggi produktivitas primer suatu perairan, semakin besar pula daya dukung bagi kehidupan komunitas penghuninya. Begitupun sebaliknya produktivitas primer fitoplankton rendah menunjukkan daya dukung yang rendah pula.

Menurut Tambaru (2003), dalam pengukuran produktivitas primer fitoplankton dengan sistem inkubasi, sebaiknya memperhitungkan selang inkubasi dan waktu untuk memperoleh nilai produktivitas primer yang baik. Selang waktu inkubasi terbaik yaitu pukul 10.00 hingga 16.00 WIB.

Didalam mengetahui tingkat kesesuaian kualitas air tambak udang PT. Tirta Bumi nirbaya, maka dilakukan proses penggabungan nilai dari setiap parameter (klorofil-a, MPT, suhu permukaan, salinitas dan oksigen terlarut). Hasil penggabungan ini diperoleh dengan mengalikan nilai (N) dan bobot (B), kemudian menjumlahkan hasil perhitungannya.

Dari hasil penggabungan nilai dapat diketahui kualitas air tambak udang PT.Tirta Bumi Nirbaya berada pada tingkatan Sesuai bersyarat dan sangat sesuai.

Tabel 3. Bobot (B) Hasil Regresi

	Klorofil-a (µg/l)	MPT (mg/l)	Suhu (°C)	Salinitas (‰)	DO (mg/l)
08.6.08	1	2	5	5	4
21.6.08	1	7	5	11	12
26.6.08	8	0,2	7	8	10

Tabel 4. Hasil Penggabungan Nilai setiap Parameter

Tanggal	Stasiun	Klorofil-a ($\mu\text{g/l}$)	MPT (mg/l)	Suhu Permukaan ($^{\circ}\text{C}$)	Salinitas (‰)	DO (mg/l)	Total Skor	Kesesuaian
08-Jun-08	1	4	4	15	10	12	45	Sesuai Bersyarat
	2	4	4	15	10	12	45	Sesuai Bersyarat
	3	4	4	15	10	16	49	Sesuai Bersyarat
21-Jun-08	1	1	14	15	22	36	88	Sangat Sesuai
	2	1	14	15	22	36	88	Sangat Sesuai
	3	1	14	15	22	36	88	Sangat Sesuai
26-Jun-08	1	32	0,4	21	16	30	99,4	Sangat Sesuai
	2	32	0,4	21	16	30	99,4	Sangat Sesuai
	3	8	0,4	21	16	30	75,4	Sangat Sesuai

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil data lapangan yang diperoleh mengenai evaluasi tingkat kesesuaian kualitas air tambak PT. Tirta Bumi Nirbaya di Teluk Hurun Lampung Selatan dapat ditarik beberapa kesimpulan yaitu kualitas air tambak PT. Tirta Bumi Nirbaya di Teluk Hurun Lampung Selatan dapat dikatakan masih mendukung untuk usaha budidaya tambak,

karena kualitas airnya termasuk dalam tingkatan sesuai bersyarat (8 Juni 2008) dan sangat sesuai (21 dan 26 Juni 2008). Hal ini diduga karena adanya pergantian air yang dilakukan pada tanggal 21 dan 26 Juni 2008, sedangkan pada tanggal 8 Juni 2008 tidak dilakukan pergantian air.

DAFTAR PUSTAKA

- Buwono, I.D. 1993. Tambak Udang Windu Sistem Pengelolaan Berpola Intensif. PT. Kanisius, Yogyakarta : 29-37
- Dahuri, R., J. Rais., S.P. Ginting dan M.J. Sitepu. 2004. Pengelolaan Sumberdaya Wilayah Pesisir dan Lautan Secara Terpadu. PT. Pradnya Paramita, Jakarta : 220
- Hamid. 2002. Alokasi Pemanfaatan Wilayah Pesisir Kabupaten Garut untuk Budidaya Tambak Udang Melalui Analisis Sistem Informasi Geografis. *Tesis*. Tidak Dipublikasikan. Program Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor : 9-21
- Hatta, M. 2002. Hubungan Klorofil-a dan Ikan Pelagis dengan Kondisi Oseanografi di Perairan Utara Irian Jaya.
- Kisworo, Y. 2005. Analisis Usaha Budidaya Tambak Udang dengan Pendekatan Tata Ruang Wilayah pada Kawasan Pengembangan Ekonomi Terpadu Batulicin.
- Liaw, W. K. 1969. Chemical and Biological Studies of Fishponds and Reservoirs in Taiwan. 43p
- Muawanah., N. Sari dan A. Triana. 2005. Dissolved Oxygen Profiles in Floating Cage Net Area (2000-2004). Marine Culture Bulletin. National Seafarming Development Center Lampung. Directorate General of Aquaculture-Marine Affairs and Fisheries Department. No. 19, July 2005. 50-55p
- Poernomo, A. 1992. Site Selection for Coastal Shrimp Farms. Fisheries Research and Development Project Water Quality. Field Guide for Writing Soil Profile

- Descriptions. Sukabumi, January 22-February 8 1992. 1p
- Pramono, G.H., W. Ambarwulan dan M.I. Cornelia 2005. Prosedur dan Spesifikasi Teknis Analisis Kesesuaian Budidaya Tambak Udang. Bakorsurtanal, Jakarta : 21 - 25
- Romimohtarto, K. 1985. Kualitas Air dalam Budidaya Laut. *Di dalam* Seafarming Workshop Report. Bandar Lampung, 28 Oktober-1 November 1985.
- Soeseno, S. 1984. Budidaya Ikan dan Udang dalam Tambak. PT. Gramedia, Jakarta : 2
- Supangat, A. 2000. Pengantar Oseanografi. Program Studi Oseanografi Fakultas Ilmu Kebumihan dan Teknologi Mineral Institut Teknologi Bandung, Bandung : 25-26
- Tambaru, R. 2003. Selang Waktu Inkubasi yang Terbaik dalam Pengukuran Produktivitas Primer Fitoplankton di Perairan Laut. Program Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor.
- Tim Penyusun BBPBAP (Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Payau). 2004. Strategi Musim Tanam Komoditas Budidaya Tambak. Jakarta
- Tim Penyusun BBPBAP (Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Payau). 2007. Penerapan *Best Management Practices* (BMP) pada Udang Windu (*Panaeus monodon Fabricius*) Intensif. Jakarta
- Tim Penyusun LAPAN (Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional). 2004. Implementasi dan Pembinaan Pemanfaatan Penginderaan Jauh Untuk Budidaya Laut. Pusat Pengembangan Pemanfaatan dan Teknologi Penginderaan Jauh Deputi Penginderaan Jauh LAPAN Jakarta.
- Trisakti, B. 2003. Aplikasi Data Landsat untuk Budidaya Ikan Kerapu. Berita Inderaja vol. II no. 3. Pusbangja LAPAN, Jakarta : 12-22