

**STRATEGI PENERAPAN TEKNIK KIMIA
PADA BIOTEKNOLOGI DAN IMPLIKASINYA
TERHADAP DUNIA INDUSTRI KIMIA, BIOTEKNOLOGI
DAN LINGKUNGAN**



oleh

Ign. Suharto

Perpustakaan
Universitas Katolik Parahyangan
Jl. Merdeka 19
B A N D U N G

57004 / SP
19/11 - 94

Pidato Pengukuhan
Penerimaan Jabatan Guru Besar
Dalam Ilmu Teknik Kimia dan Bioteknologi
pada
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Katolik Parahyangan
(UNPAR)

660.6
SUH
S

Bandung, 12 November 1994

Ad Maiorem Dei Gloriam

Yang terhormat :

1. Para Pejabat Pemerintah,
2. Ketua/Anggota Badan Pengawas,
3. Ketua/Anggota Dewan Pengurus Yayasan Unpar,
4. Rektor/Ketua Senat,
5. Para Guru Besar dan seluruh Anggota Senat Unpar,
6. Para Pejabat Universitas dan Fakultas di Lingkungan Unpar,
7. Civitas Akademika Unpar,
8. Para Mahasiswa Unpar yang saya cintai, dan
9. Para Tamu Undangan, Hadirin yang dimuliakan.

Pertama-tama perkenankanlah saya mengajak hadirin sekalian untuk memanjatkan puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa dan Maha Kasih, atas limpahan kekuatan, berkat, karunia dan Rahmat-Nya yang dicurahkan kepada kita semua sehingga Ibu Bapak sekalian bersedia meluangkan waktu untuk menghadiri upacara yang terhormat ini. Saya juga bersyukur kepada Allah Bapa, karena anugerah iman dan ilmu yang diberikan-Nya telah memberikan kekuatan, berkat dan Rahmat-Nya sehingga mengantarkan saya pada forum penerimaan pengukuhan yang mulia ini. Saya menyadari bahwa pengabdian yang saya lakukan adalah demi kemuliaan Tuhan, dan berbakti kepada nusa dan bangsa.

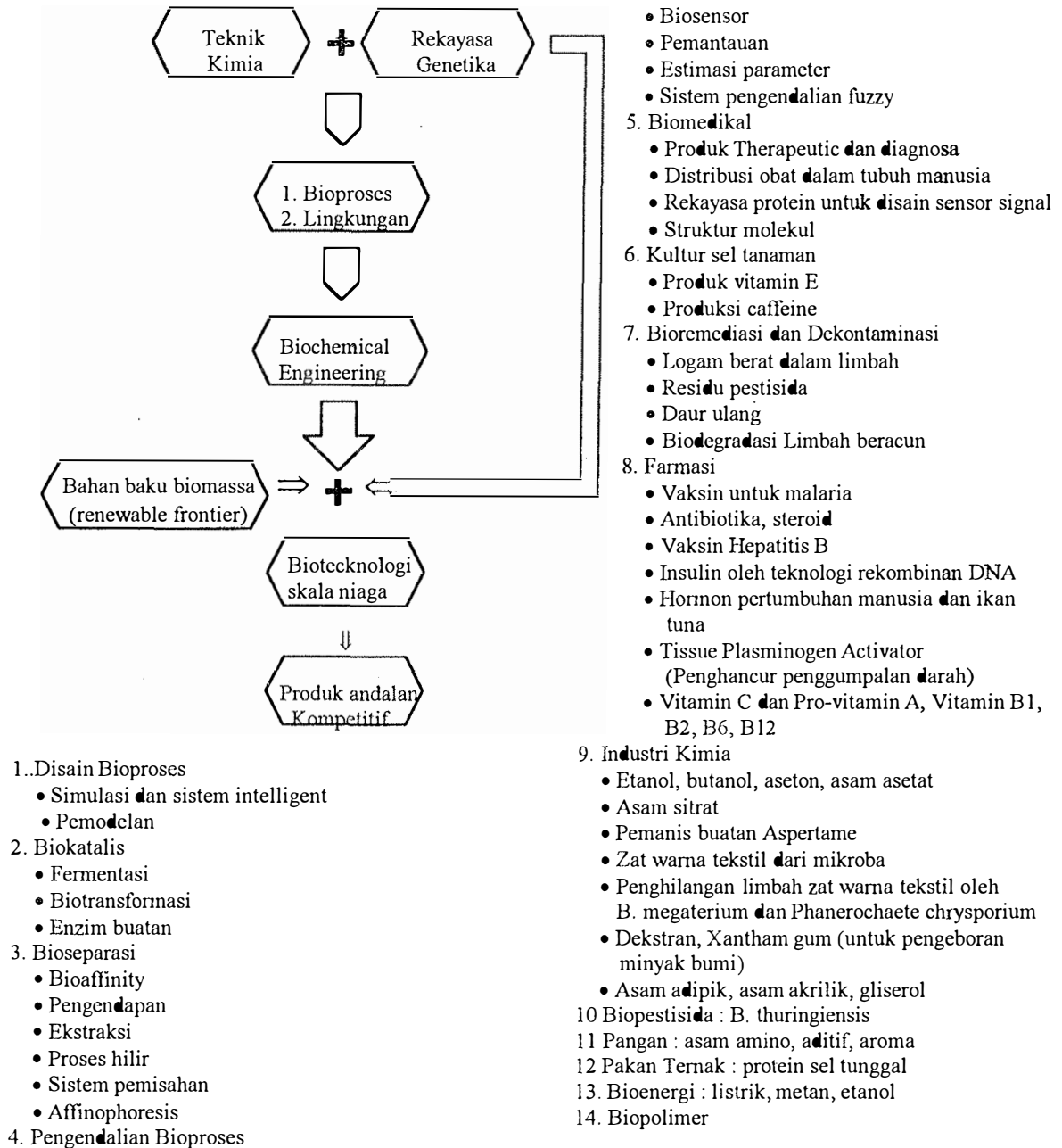
Pada kesempatan ini perkenankanlah saya menyoroti strategi penerapan teknik kimia pada bioteknologi untuk memperoleh produk kimia, produk bioteknologi dan teknologi rendah limbah (*low waste technology*) yang perlu dikembangkan, diterapkan dan dimanfaatkan bagi umat manusia. Pada GBHN 1993 sudah memberi arah betapa pentingnya sumber daya manusia berkualitas dan mampu menguasai dan memanfaatkan ilmu pengetahuan dan teknologi guna mengolah sumber daya alam untuk memenuhi kebutuhan lainnya. Pada Pelita VI yang dimulai tahun 1994/1995 dicirikan dengan tahap tinggal landas dan sekaligus dimulainya era industrialisasi. Pada tahun 1992, sumbangan sektor industri dalam Produk Domestik Bruto (PDB) sudah mencapai 20,7%, sedangkan sektor pertanian 18,5%, ini berarti sudah terjadi keseimbangan antara sektor industri dan pertanian untuk meningkatkan pertumbuhan ekonomi. Pada gilirannya, pembangunan sektor industri masa kini dan mendatang perlu didukung oleh strategi penerapan teknik kimia pada bioteknologi dan non-bioteknologi untuk memperoleh produk baru yang berdaya saing kuat yang berbasis keunggulan kompetitif. Industri kimia, Industri bioteknologi dan lingkungan merupakan industri yang menggunakan teknologi tinggi, padat modal guna mengolah sumber daya alam menjadi produk unggulan serta berpotensi mencemari lingkungan bila tidak dikelola dengan teknologi rendah limbah (*low waste technology*). Hadirin yang saya hormati, judul pidato pengukuhan yang saya ajukan merupakan instrumen strategi yang perlu dipahami :

***Strategi Penerapan Teknik Kimia
Pada Bioteknologi Dan Implikasinya
Terhadap Dunia Industri Kimia,
Bioteknologi dan Lingkungan***

Keberhasilan pengembangan dan inovasi judul tersebut akan membawa dan *mengantarkan kehidupan yang lebih baik bagi umat manusia, sementara itu kelestarian lingkungan tetap terpelihara. Penerapan teknik kimia akan memberi warna, wawasan dan cakrawala baru bagi tumpuan kehidupan bioteknologi modern. Bahan baku biomassa yang ada merupakan "Renewable Frontier" bagi tumpuan kehidupan bangsa Indonesia. Bahan baku biomassa tersebut ada yang sudah dimanfaatkan, dibudidayakan dan dikembangkan, namun masih ada yang belum dimanfaatkan dan dikembangkan secara efisien. Bahan baku biomassa tersebut dapat diolah dengan bioteknologi tradisional maupun modern menjadi produk baru yang sangat berharga. Bioteknologi modern dicirikan oleh adanya rekayasa genetika oleh teknologi hibridoma, sehingga dimungkinkan produk-produk bioteknologi seperti pangan, pakan, obat-obatan, kimia adi dan bioenergi.

Pada ujung tombak teknik kimia masa kini merupakan ujung tombak bioteknologi masa depan, sehingga penyesuaian ilmu teknik kimia sangat diperlukan. Pada dewasa ini teknik kimia merupakan bidang ilmu untuk mengkonstruksi proses kimia, disain, optimasi dan pengendalian proses kimia dan sistem serta penelitian dasar dan pengembangan proses. Sumbangan teknik kimia terhadap penelitian dasar ialah agar dapat dihasilkan prinsip baru dan prinsip baru ini diharapkan menghasilkan penemuan baru agar mampu mengadakan perubahan teknologi sehingga meningkatkan kemajuan dunia industri kimia, industri bioteknologi dan kelestarian lingkungan. Penemuan baru merupakan resep baru untuk produk baru atau proses baru. Penemuan baru yang digunakan untuk pertama kalinya merupakan inovasi para ilmuwan peneliti. Hal-hal tersebut diatas dapat dilaksanakan apabila satu kesatuan kriteria yaitu (a) secara ekonomis dapat dipertanggungjawabkan dan layak permintaan pasar baik jangka pendek maupun panjang, (*economic justified and economic viability*), (b) secara teknis mungkin (*technically feasible*), (c) secara sosial dikehendaki (*socially desirable*), (d) secara ekologi sehat dalam arti diperlukan sistem yang sehat dalam semua kondisi dapat dilaksanakan. Disamping itu potensi lahan cukup besar yang mampu menghasilkan bahan baku biomassa yang dapat berfungsi sebagai ujung tombak bioteknologi masa kini dan masa depan bangsa Indonesia. Sumber bahan baku biomassa ini dapat diolah menjadi produk material baru baik untuk konsumsi dalam negeri maupun ekspor. Produk baru yang kompetitif, konsisten bermutu tinggi, harga bersaing dan tanpa meninggalkan konsep lingkungan merupakan andalan bagi bangsa Indonesia.

Pada gambar 1 ditunjukkan bagaimana strategi penerapan teknik kimia pada bioteknologi untuk memperoleh produk andalan baik untuk konsumsi dalam negeri maupun ekspor. Hal-hal tersebut berdasarkan atas sumber daya alam terbarukan, bersifat stabil, membebaskan ketergantungan masyarakat dari bahan sumber daya alam yang tidak terbarukan yang bersifat tak stabil. Strategi penerapan teknik kimia pada bioteknologi merupakan pilihan tepat, sehingga pertumbuhan bioteknologi yang menakjubkan dalam era dunia industri baik saat ini maupun mendatang, perlu dimasyarakatkan.



Gambar 1. Strategi Penerapan Teknik Kimia Pada Bioteknologi Terhadap Dunia Industri Kimia, Industri Bioteknologi Dan Lingkungan

1. Rekayasa Genetika

Teknologi rekayasa genetika yang digunakan pada tingkat laboratorium untuk mengubah penentu keturunan sesuatu sel hidup sehingga sel yang bersangkutan dapat menghasilkan produk dalam jumlah besar untuk melakukan fungsi yang berbeda, maka pengendalian bioproses perlu dikembangkan dan diterapkan. Teknologi rekombinan DNA (*Deoxyribo Nucleic Acid*) digunakan untuk membuat hormon insulin untuk pengobatan diabetes melitus dan monoclonal antibodies serta enzim untuk industri fermentasi.

2. Teknologi Bioproses

Bioproses merupakan proses yang lebih kompleks bila dibandingkan dengan proses kimia, hal ini karena bioproses menggunakan enzim sebagai biokatalis yang sangat peka terhadap perubahan kondisi lingkungan mikroba seperti suhu, pH dan kadar substrat. Sebagai contoh mikroba mempunyai suhu minimum, optimum dan maksimum untuk pertumbuhannya. Bioproses pada dasarnya meliputi perencanaan, pengoptimasian, pengendalian dan pengalihan proses dari skala laboratorium ke skala industri. Pada gilirannya pengendalian bioproses menjadi semakin penting. Aktivitas mikroba dan kondisi lingkungan perlu dikendalikan, namun hanya kondisi lingkungan mikroba yang dapat dikendalikan dengan baik. Pada bioproses hulu dan bioproses hilir maka diperlukan landasan teoretik transpor fenomena karena memegang peranan penting dalam disain bioreaktor, bioseparasi, biosintesa dan pengendalian serta monitoring. Pada bioproses hilir, maka proses pemisahan antara konsentrasi produk yang relatif kecil dalam fluida dan rendahnya perbedaan densitas antara mikroba dan fluida, sehingga pemisahan konvensional sangat sulit dilakukan. Oleh sebab itu harus ada metoda bioseparasi yang lebih efisien, baik alat maupun prosesnya. Sejalan dengan itu diperlukan prinsip-prinsip dasar ilmu teknik kimia seperti transpor fenomena, kinetika, bioreaksi, disain, operasi bioreaktor, pengukuran dan pengendalian bioproses. Di samping itu beberapa teknik memperbaiki proses fermentasi yaitu ; (a) seleksi jenis mikroba, (b) optimasi medium fermentasi, (c) disain dan operasi bioreaktor. Perbaikan proses fermentasi sangat tergantung pada kecepatan reaksi dan konstanta kecepatan reaksi. Kecepatan reaksi pada bioproses sangat tergantung pada perubahan kondisi lingkungan seperti pH, suhu, tekanan, konsentrasi substrat, konsentrasi inokulum, dan aktivitas air, baik pada skala laboratorium maupun skala niaga atau skala industri. Pada bioproses, penetapan konsentrasi sel mikroba menjadi sangat penting sekali, maka pendekatan ini dianggap bahwa berbagai macam nutrien dikonversikan menjadi sel biomassa dan produk metabolik dalam rasio stoikiometri, misalnya:

a substrat + bO₂ + cNH₃ + → sel biomassa + d hasil samping + e CO₂ + f H₂O
besaran a, b, c, d, e dan f menunjukkan jumlah mol per 1 kg sel biomassa. Apabila hubungan stoikiometri antara konsumsi nutrien, sel biomassa, dan hasil samping diketahui, maka konsentrasi sel mikroba dan laju pertumbuhan mikroba dapat dihitung berdasarkan pengambilan oksigen oleh sel mikroba dan pembentukan gas karbondioksida yang dari bioreaktor. Pendekatan lain dapat digunakan dalam menetapkan konsentrasi mikroba ialah dengan menganggap bahwa semua oksigen digunakan untuk pertumbuhan sel mikroba dan pemeliharaan sel mikroba, maka kecepatan pengambilan oksigen oleh mikroba *Oxygen Uptake Rate - OUR*) dapat ditetapkan dengan menggunakan parameter sebagai berikut :

$$Q_{O_2} C_x = \frac{1}{Y_{\%}} \frac{dC_x}{d\theta} + m \cdot C_x$$

Pengendalian bioproses dapat dilakukan dengan cara mengendalikan dua variabel, masing-masing sebagai berikut :

1. Variabel Fisika

1. Suhu,
2. Tekanan,
3. Massa,
4. Laju aliran massa,
5. Permukaan cairan,
6. Kecepatan impeler,
7. Kekentalan atau Viskositas,
8. Kecepatan pengadukan,
9. Busa, dan
10. Tenaga penggerak (Hp)

2. Variabel Kimia

1. Konsentrasi substrat, C_s ,
2. Konsentrasi O_2 , C_{O_2} ,
3. Konsentrasi CO_2 , C_{CO_2} ,
4. Konsentrasi sel mikroba, C_x ,
5. pH,
6. Konsentrasi produk, C_p ,
7. Konsentrasi oksigen terlarut, C_L ,
8. Kekeuhan,
9. Konsentrasi mineral Mg^{++} , K^+ , Ca^{++} , Na^+ , Fe^{++} , $SO_4^{=}$, $PO_4^{=}$, RNA, DNA, ATP, dan
10. Redoks.

Pengendalian bioproses adalah merupakan faktor yang terpenting dalam industri bioteknologi. Semakin majunya rekayasa genetika untuk memperoleh produk baru bioteknologi, semakin maju pula teori dan penerapan pengendalian bioproses.

Pada pengendalian parameter fisika dan kimia dalam bioproses diperoleh gambaran bahwa semakin dikuasanya pengetahuan untuk mengetahui perilaku dan perancangan bioproses, semakin efisien dan efektifnya bioproses. Pengertian perilaku, mekanisme, dan perancangan bioproses yang baik ini pada gilirannya akan menjadi sangat penting untuk perkerajaan dan rancang bangun yang merupakan salah satu landasan untuk pengembangan industri bioteknologi di Indonesia. Disamping itu diperoleh gambaran pula bahwa penentuan, penetapan besaran yang terukur dapat digunakan untuk perancangan proses bioteknologi dan parameter-parameter tersebut dapat dikorelasikan secara kuantitatif. Dalam menghadapi era peradaban-informasi dewasa ini, maka pengendalian bioproses dengan menggunakan komputer akan semakin penting tidak saja dalam pekerjaan produk bioteknologi pada skala laboratorium tetapi sekaligus dalam industri bioteknologi. Salah satu hambatan yang mungkin timbul pada pengendalian bioproses dalam pembuatan produk bioteknologi adalah kurangnya instrumen sensor meskipun di pihak lain telah tersedia cukup pengukuran variabel baku, metoda baku dan sumber daya manusia yang cendekia dan profesional.

Tabel 1 : Pokok-pokok parameter fisika dan kimia pada bioproses yang dikendalikan, diukur dan dihitung,

Komponen	Dikendalikan	Diukur	Dihitung
1. Kekentalan, η	-	√	-
2. Kecepatan aliran udara masuk, V_{hm}	√	√	-
3. Kecepatan aliran udara keluar, V_{hk}	√	√	-
4. Kadar oksigen masuk bioreaktor, $C_{O_{2(M)}}$	√	√	-
5. Kadar oksigen keluar bioreaktor	-	√	-
6. Nilai pH	√	√	-
7. Kadar oksigen terlarut, C_l	√	√	-
8. Kecepatan pengadukan, Rpm	-	√	-
9. Kadar karbondioksida keluar, $C_{CO_{2(K)}}$	-	√	-
10. Kadar substrat, C_s	√	√	-
11. Kadar sel mikroba, C_x	-	√	-
12. Kecepatan pengambilan oksigen	-	-	√
13. Kecepatan spesifik konsumsi substrat, Q_s	-	-	√
14. Koefisien volum perpindahan oksigen, $K_L a$	-	-	√
15. Kecepatan spesifik pertumbuhan sel mikroba, μ	-	-	√
16. Kecepatan spesifik pembentukan produk, Q_p	-	-	√

Dari komponen-komponen tersebut dapat direkayasa adanya suatu skema pengendalian dan pemantauan bioproses.

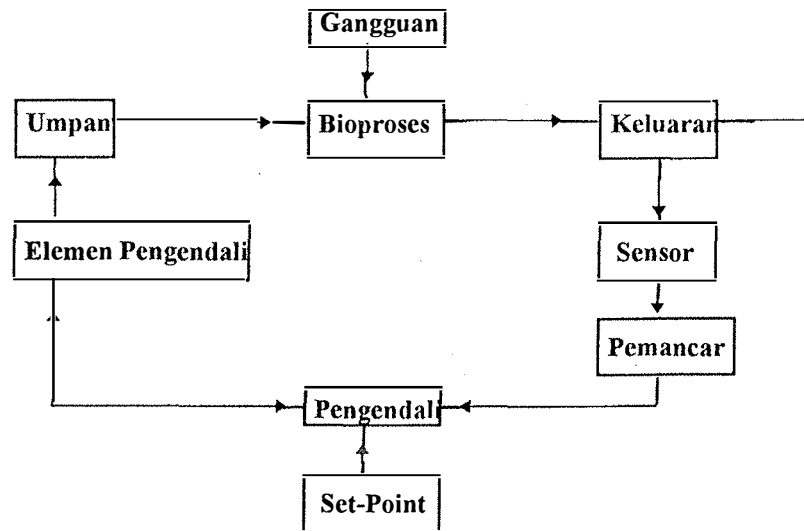
2.1. Pengukuran dan Pengendalian Bioproses Secara Konvensional dan Komputer

Pengendalian bioproses dibedakan atas dua metoda yaitu :

1. Pengendalian Bioproses Konvensional
 2. Pengendalian Bioproses Modern dengan Komputer
- Hal-hal di atas dibahas sebagai berikut.

2.1.1. Pengendalian Bioproses Konvensional

Pengendalian bioproses konvensional dilakukan dengan cara memanfaatkan pengendalian otomatis dengan umpan balik.



Gambar 2: Pengendalian Bioproses Konvensional

Pada gambar 2 dapat ditunjukkan bahwa variabel pengendali dapat diukur dan kemudian dicocokkan dengan nilai standard. Jika ada penyimpangan antara yang dibaca pada instrumen dengan nilai yang diinginkan, maka alat pengendali akan berfungsi. Sistem umpan balik yang terdiri atas alat ukur sensor, alat ukur pemancar, alat pengendali dan elemen pengendali berfungsi bila ada penyimpangan pengukuran parameter diluar yang diinginkan. Metoda pengendali konvensional ini disarankan untuk digunakan dalam pengendalian terbentuknya buih.

Pada dasarnya ada tiga macam prinsip pengendali bioproses yang dapat digunakan yaitu :

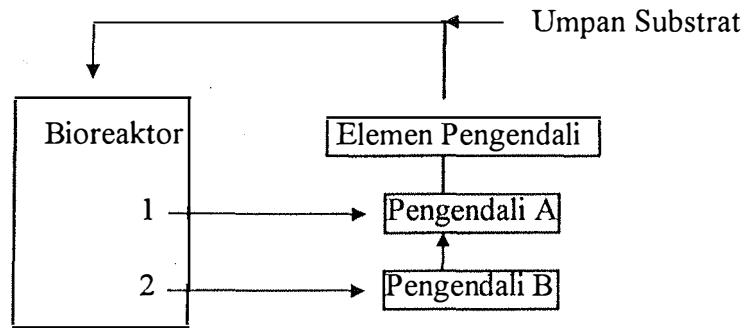
1. Alat pengendali proposional
2. Alat pengendali integral
3. Alat pengendali differensial.

1.1. Pengendalian Konsentrasi dan Kecepatan Substrat

Pada alat pengendali proposional dapat ditunjukkan bahwa pada alat pengendali menghasilkan keluaran signal yang proporsional dengan penyimpangan antara nilai yang ditetapkan dengan nilai sensor yang akan dipancarkan. Disini, semakin besar penyimpangan semakin besar koreksi yang akan dilakukan. Pada alat pengendali integral dapat ditunjukkan bahwa keluaran signal pada elemen pengendali akan proporsional dengan penyimpangan. Pada alat pengendali differensial akan berfungsi bila ada penyimpangan yang terjadi.

Perpustakaan
Universitas Katolik Parahyangan
Jl. Merdeka 19
BANDUNG

Pengendali Konsentrasi Substrat



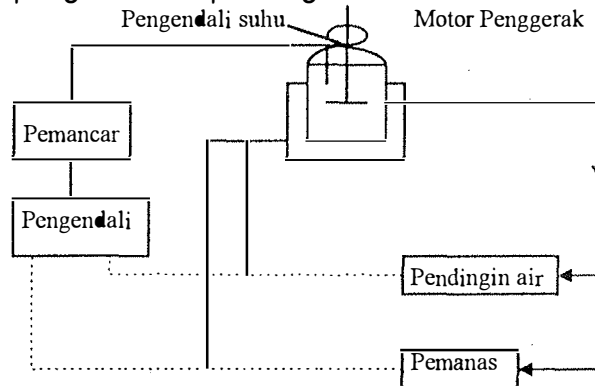
Gambar 3 : Pengendalian Substrat

Pada gambar 3 dapat ditunjukkan bahwa konsentrasi substrat di lokasi nomor 1 akan berbeda dengan konsentrasi substrat di lokasi nomor 2. Dalam hal ini maka diperlukan daur ulang substrat agar konsentrasi substrat tetap optimal. Pengendalian A dan B akan berbeda konsentrasinya.

Kecepatan aliran substrat dapat dikendalikan dengan menggunakan rotameter atau "Electromagnetic Flowmeter". Pengendalian aliran substrat perlu dilakukan karena ada beberapa jenis mikroba yang tidak dapat tumbuh pada kondisi kelebihan substrat, misalnya pada pembuatan protein sel tunggal dari metanol dimana mikroba tidak dapat tumbuh dengan baik pada kondisi kelebihan substrat.

1.2. Pengendalian Suhu

Reaksi bioproses sangat tergantung pada suhu sama halnya pada reaksi kimia. Suhu dapat dikendalikan dengan piranti yang sangat sederhana seperti termometer, termocouple, dan termistor. Pada bioproses digunakan enzim pertumbuhan mikroba, sehingga mikroba mempunyai suhu maksimum. Pada suhu di atas suhu maksimum, maka akan terjadi kerusakan enzim, protein dan mikroba. Rentang suhu untuk pertumbuhan mikroba sangat sempit, sehingga pengendalian suhu digunakan alat pengendali air pendingin.



Gambar 4 : Sistem Pengendali Suhu Bioproses

1.3. Pengendalian Tekanan

Tekanan dalam bioreaktor dijaga konstan selama proses, karena dengan adanya perbedaan tekanan akan mempengaruhi kelarutan gas oleh kecepatan aliran udara masuk ke dalam bioreaktor. Pengendalian tekanan dilakukan dengan memasang manometer untuk mengukur tekanan gas yang keluar dari bioreaktor. Meteran diafragma mudah disterilisasikan digunakan untuk mengendalikan tekanan.

1.4. Pengendalian Aliran Udara, Gas dan Cairan.

Aliran udara masuk ke dalam bioreaktor dikendalikan dengan berbagai macam antara lain :

1. Rotameter berpelampung
2. Flowmeter berdasarkan perbedaan tekanan
3. Flowmeter berputar
4. Flowmeter infrared analyzer atau flowmeter elektromagnetik.

1.5. Pengendalian Buih (Busa)

Pada fermentasi aerobik maupun pada fermentasi anaerobik sering terbentuk buih, sehingga kalau buih tidak dikendalikan akan terjadi kontaminasi media fermentasi. Pengendalian buih dilakukan dengan cara mekanis dan menambah bahan kimia seperti polypropylin glycol atau emulsi silicon yang mudah disterilkan atau dikombinasi antara cara mekanis dan cara kimia. Adanya busa atau buih disebabkan oleh metabolit aktif permukaan protein dan polisakarida pada media fermentasi dan sel mikroba.

1. Busa lunak, bersifat tak stabil
2. Busa keras, bersifat stabil.

Disamping penghilangan busa dengan cara mekanis dan kimia ada pula cara memasang probe konduktivitas listrik, probe konduktivitas panas di atas permukaan substrat fermentasi.

1.6. Pengendalian pH

Pengendalian pH dilakukan agar diperoleh pertumbuhan mikroba dan pembentukan produk yang optimal. Nilai pH dijaga konstan dalam rentang nilai yang sempit. Pengendalian pH dapat dilakukan dengan penyangga pH, pengaturan produksi, penambahan asam dan basa secara otomatis. Pada umumnya nilai optimum untuk mikroba mendekati nilai pH 7.0. Tanpa pengendalian nilai pH, maka akan terjadi metabolisme mikroba yang menyebabkan terjadinya perubahan nilai pH, karena terjadinya produk perantara yang bersifat asam.

1.7. Pengendalian Oksigen Terlarut

Pada fermentasi aerobik, oksigen terlarut dalam media fermentasi sangat terbatas karena adanya substrat. Oleh sebab itu perlu adanya pemasok aliran udara masuk ke dalam bioreaktor sebanyak-banyaknya agar kadar oksigen terlarut dapat dikonsumsi oleh mikroba. Kecepatan aerasi udara ke dalam bioreaktor yang tinggi belum tentu menjamin kecukupan oksigen terlarut, karena adanya tahanan perpindahan oksigen ke dalam media fermentasi. Oleh sebab itu pula diperlukan adanya pengadukan media.

Kelarutan oksigen pada air suling ditunjukkan menurut persamaan :

$$C_i = 14,60 - 0,3963t + 0,00774t^2 - 0,0000646t^3$$

Kadar oksigen terlarut jenuh C_i pada air suling dengan suhu 30°C sebesar $7,59\text{ mg}$ per liter dan dihitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned} C_i &= 14,60 - 0,396(30) + 0,00774(30)^2 - 0,0000646(30)^3 \\ &= 7,59\text{ mg/l} \end{aligned}$$

Pengaruh suhu yang bervariasi antara 5° dan 30°C dengan udara sebagai sumber oksigen, maka nilai C_i sebagai berikut :

$$C_i = \frac{475}{33,5 + t}$$

dengan kadar oksigen terlarut jenuh C_i dalam mg per liter dan suhu t dalam $^\circ\text{C}$.

1.8. Pengendalian Pengambilan Oksigen Oleh Mikroba

Penetapan pengambilan oksigen oleh sel mikroba berdasarkan neraca bahan oksigen sekeliling bioreaktor diperoleh persamaan sebagai berikut :

$$\begin{array}{lcl} \text{Pengambilan oksigen} & & \text{Komponen oksigen} \\ \text{oleh sel mikroba} & & \text{yang masuk} \\ Q_{O_2} : C_x & = & VhC_{O_2(M)} - VhC_{O_2(K)} \end{array}$$

Nilai Vh dapat diubah pada suhu dan tekanan operasi fermentasi, sehingga persamaan setelah dikoreksi berubah :

$$\text{OUR} = Q_{O_2} C_x = \frac{V_h}{(22,4)\left(\frac{T_1}{T_0}\right)(V_L)} (C_{O_2(M)} - C_{O_2(K)})$$

dengan V_h = aliran udara masuk ke bioreaktor, L/menit

V_L = volume bioreaktor, L

T_0, T_1 = suhu, $^\circ\text{K}$

$C_{O_2(M)}$ = konsentrasi oksigen masuk ke bioreaktor, mg/L

$C_{O_2(K)}$ = konsentrasi oksigen keluar bioreaktor, mg/L

$\text{OUR} = Q_{O_2} C_x$ = kecepatan pengambilan oksigen oleh sel mikroba.

Sedangkan,

$$\text{OUR} = \frac{1}{Y_{\%}} \frac{dC_x}{dt} + mC_x \quad \text{atau} \quad \frac{dC_x}{dt} = \frac{1}{Y_{\%}} (\text{OUR} - m \frac{1}{Y_{\%}} C_x)$$

dengan C_x = konsentrasi sel mikroba

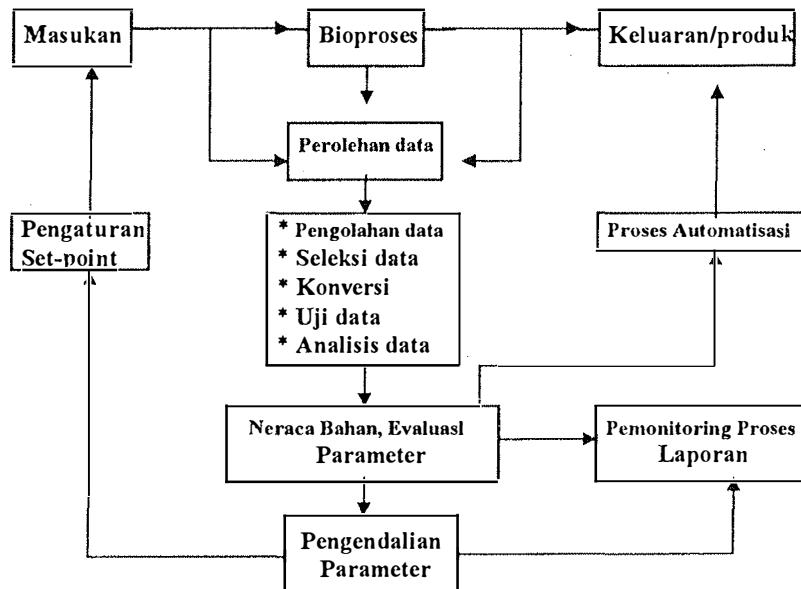
m = koefisien pemeliharaan sel mikroba

$\frac{1}{Y_{\%}}$ = koefisien hasil biomassa per unit mol oksigen

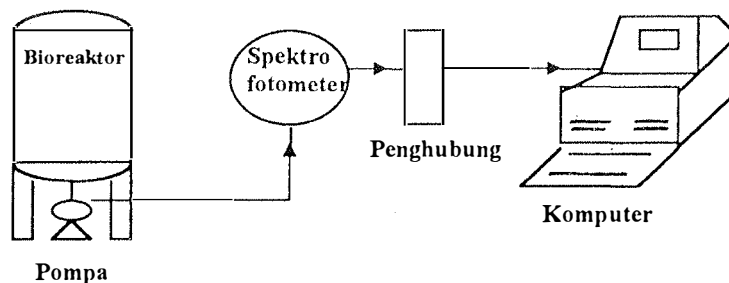
Dengan demikian konsentrasi sel mikroba dan kecepatan meningkatnya sel mikroba per satuan waktu dapat dikendalikan.

2.2. Penggunaan Komputer Dalam Pengendalian Bioproses

Pada bioproses diperoleh gambaran bahwa bioproses lebih rumit bila dibandingkan dengan proses kimia, karena pada bioproses sangat sensitive terhadap perubahan kondisi lingkungan mikroba seperti suhu, pH dan kadar substrat. Pengendalian bioproses dengan menggunakan komputer sangat bermanfaat. Pada gambar 5 dan 6 dapat ditunjukkan fungsi komputer dalam pengendalian bioproses :



Gambar 5 : Fungsi Komputer Dalam Bioproses



Gambar 6 : Diagram Sistem Pengukuran Perolehan Data

Bioreaktor tempat berlangsungnya fermentasi. Pompa berfungsi untuk mengambil cuplikan dan memasukan ke dalam cuvet, setelah selesai pengukuran misal konsentrasi mikroba, maka cuplikan dikembalikan ke bioreaktor tanpa adanya operator manusia. Alat penghubung berfungsi untuk mengubah derajat tegangan sebagai hasil dari spektrometer menjadi sinyal-sinyal digital. Fungsi komputer akan menjalankan pompa dan membaca hasil spektrofotometer serta penayangan pada layar komputer, yaitu besarnya absorbance.

Pada tabel dapat ditunjukkan bahwa parameter fisika dan kimia dapat dikendalikan dengan *on-line-computer*.

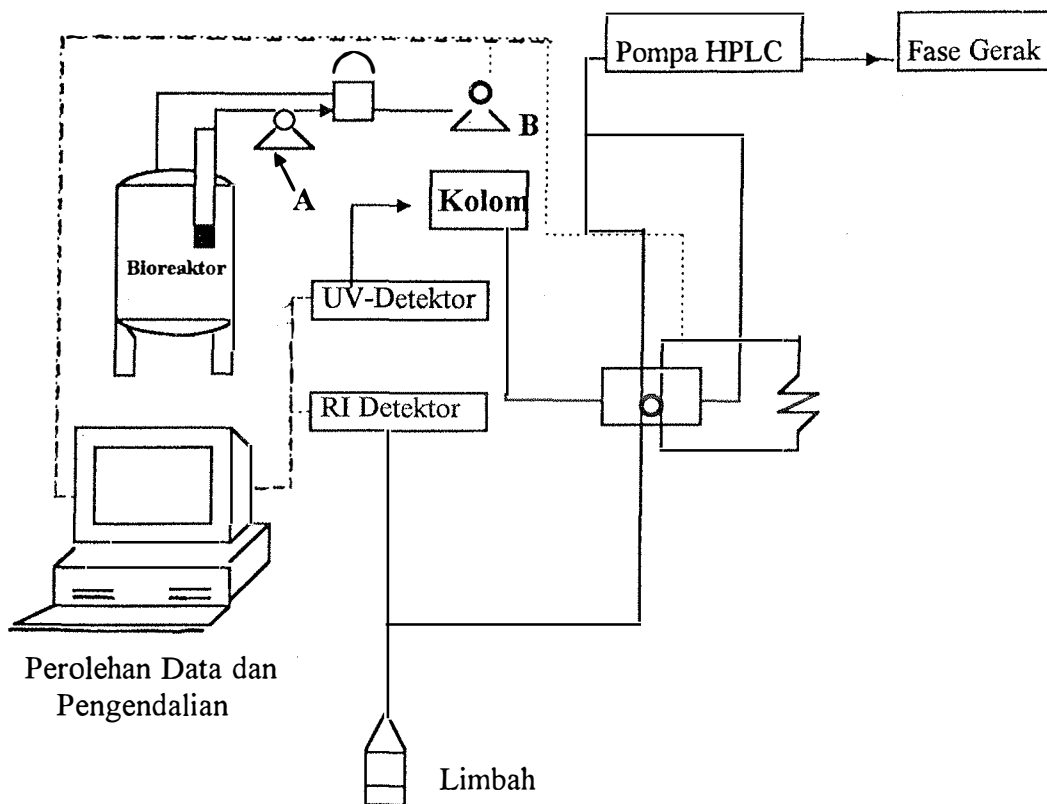
Tabel 2 : Proses Parameter Yang dikendalikan Oleh Komputer

Kimia	Fisika
1. Konsentrasi sel mikroba, C_x	1. Koefisien perpindahan volume oksigen, $K_L a$
2. Kecepatan pengambilan oksigen, OUR	2. Kekentalan, η
3. Karbondioksida, C_{CO_2}	3. Pengadukan, Rpm
4. Koefisien respirasi, RQ	4. Tenaga
5. Kecepatan konsumsi substrat, Q_s	5. Aerasi
6. Konsentrasi oksigen terlarut, C_L	
7. pH	

Sensor yang digunakan misal pneumatik, voltage, arus listrik, sinyal digital. Data dari sensor ini diubah terlebih dahulu melalui interface menjadi data digital dan diolah di komputer. Data ini akan diubah menjadi nilai parameter standard engineering misal suhu dalam $^{\circ}C$ melalui kalibrasi dan faktor koreksi. Pada pengendalian koefisien respirasi yaitu perbandingan antara jumlah mol gas CO_2 yang dihasilkan dengan jumlah mol oksigen yang dikonsumsi oleh sel mikroba, dilakukan dengan cara pengukuran gas oksigen dan karbondioksida yang keluar dari bioreaktor pada suhu dan tekanan tertentu. Pengukuran kadar oksigen dan karbondioksida tersebut dilakukan oleh Infra Red O_2 dan CO_2 analyser yang dapat dihubungkan dengan komputer dan pada gilirannya dapat diperoleh nilai koefisien respirasi.

Pengambilan Cuplikan, Sistem Pengendalian Dengan “High Performance Liquid Chromatography” (HPLC) Pada Proses Fermentasi

Bioreaktor skala laboratorium dilengkapi alat filtrasi cuplikan. Cuplikan dipompa oleh pompa A. Setiap perioda tertentu cuplikan dipindahkan dari trap gelembung melalui saringan steril ke injeksi otomatis oleh pompa B. Kolom digunakan untuk memisahkan detektor ultraviolet dan refraksi indeks yang digunakan untuk menetapkan konsentrasi substrat dan produk.

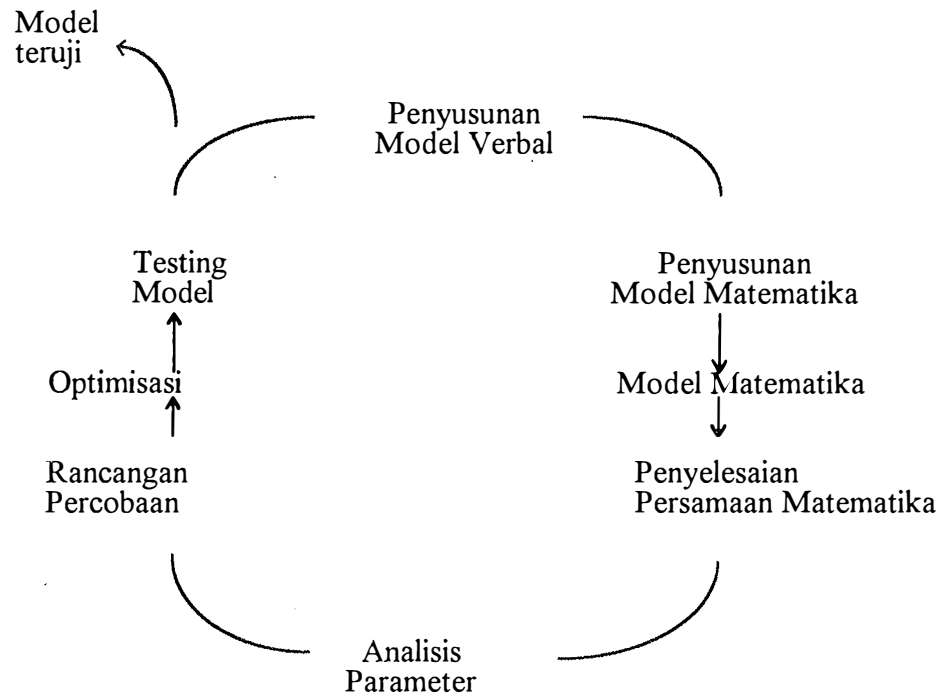


Gambar 7 : Sistem HPLC Untuk Pemantauan dan Pengendalian Konsentrasi Substrat dan Produk

3. Pemodelan Dan Peningkatan Skala Bioreaktor

1. Siklus Model

Pengembangan model matematika merupakan suatu siklus fenomena terkait berdasarkan konsep model verbal. Model matematika berwujud dari sederhana sampai yang rumit dan seni pembuatan batang tubuh model ialah untuk memperoleh kondisi optimum antara model sederhana dengan keadaan fenomena agar diperoleh sasaran model. Model matematika sederhana dilakukan namun tidak cukup informasi untuk memahami proses yang terjadi.



Gambar 8 : Siklus Pemodelan Matematika Dalam Bioreaktor

2. Jenis-jenis Pemodelan

Jenis-jenis pemodelan yaitu :

- 2.1. Model Kotak Hitam
- 2.2. Model Kotak Abu-abu

Hal-hal tersebut dibahas sebagai berikut :

2.1. Model Kotak hitam

Model kotak hitam hanya mampu memberikan uraian formal suatu fenomena dan non-mekanistik yang tidak dapat digunakan untuk mengekstrapolasi, misal peningkatan skala bioreaktor.

2.2. Model Kotak Abu-abu

Model kotak abu-abu ialah kumpulan kecil-kecil kotak hitam, elemen sistem yang disusun menjadi struktur sistem dan merupakan model mekanistik. Dalam disain bioreaktor maka pengertian elemen adalah persamaan kinetika, dan transpor fenomena.

Persamaan Monod adalah salah satu contoh model matematika non-linier:

$$\mu = \mu_{maks} \frac{C_s}{(K_s + C_s)}$$

Namun, berbagai teknik matematika dikembangkan atas dasar persamaan linier. Model deterministik memberikan uraian rinci sifat-sifat sistem misal :

$$\frac{dC_m}{dt} = \mu C_m \text{ atau}$$

$$C_m = C_{m_{oexp}} (\mu t)$$

Pada persamaan konstitutif meliputi kinetika , transport dan termodinamika mampu menguraikan fenomena dalam bioreaktor. Struktur

model kinetika memberikan parameter yang banyak pada skala laboratorium dan sangat baik untuk kegiatan peningkatan skala bioreaktor. Pada persamaan neraca sangat baik untuk kegiatan disain bioreaktor, sebab persamaan neraca berisi uraian yang rinci tentang konversi dan transpor fenomena.

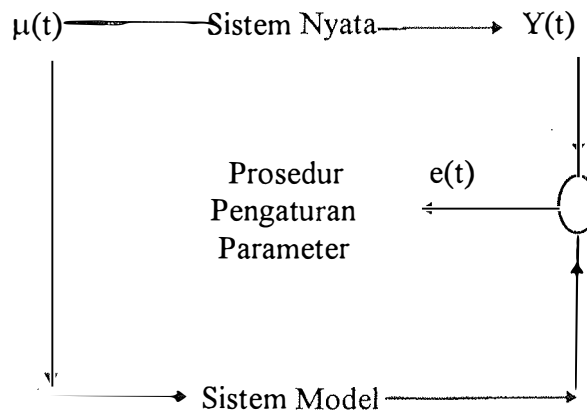
3. Kepekaan Parameter

Pada uji model matematika dengan hasil percobaan, parameter kinetika seperti μ_{maks} , K_S , Y , dan transpor fenomena seperti K_{LA} serta parameter termodinamika perlu diketahui. Pengaruh parameter-parameter terhadap model sangat besar, maka parameter harus diamati secara teliti dan benar. Hal-hal ini dapat dilakukan dengan :

1. Tabulasi semua parameter yang terkait
2. Ujikan parameter ini pada model
3. Pisah-pisahkan parameter-parameter ke dalam katagori mana-mana yang dihitung, diukur dan ditetapkan
4. Berikan batasan persamaan kepekaan parameter

Optimisasi Parameter dan Uji Model

Model matematika disusun mencapai sasaran-sasaran yang berbeda, maka model matematika juga berbeda. Model kotak hitam dan model kotak abu-abu perlu dibedakan. Jenis-jenis model ini merupakan sistem. Ekstrapolasi dengan bantuan model, hanya mungkin bila semua elemen ada dalam sistem dan dekat dengan rentang validitas selama ekstrapolasi. Model matematika merupakan suatu siklus fenomena. Rancangan percobaan yang benar-benar diperlukan agar dapat dibedakan optimisasi parameter dan uji model.



Gambar 9 : Optimisasi Parameter

4. Peningkatan Skala Bioreaktor

4.1. Peningkatan Skala Bioreaktor

Pengertian peningkatan skala (scaling-up) adalah untuk menunjukkan pengertian sistem baru lebih besar dari sistem yang ada, namun dalam pengertian "Scaling-up" bioreaktor adalah prosedur yang digunakan untuk mendisain dan konstruksi bioreaktor skala besar atau bioreaktor prototipe berdasarkan hasil percobaan skala kecil di laboratorium. Hal-hal yang perlu diperhatikan adalah :

1. Fenomena Termodinamika

Pada fenomena termodinamika, misal sifat kalarutan oksigen dalam substrat tidak dipengaruhi oleh besar atau kecilnya skala bioreaktor dan juga sifat kinetika mikroba.

2. Fenomena Mikro-Kinetika

Pada fenomena mikro-kinetika juga tidak dipengaruhi oleh besar atau kecilnya skala bioreaktor.

3. Fenomena Transpor

Fenomena transpor sangat berkaitan erat dengan besar atau kecil skala bioreaktor. Misal oksigen dan nutrisi dalam media fermentasi dikonsumsi terus menerus dan harus dipasok oleh fenomena transpor. Dan juga mikroba selalu berkaitan dengan fenomena turbulen. Proses transpor sangat tergantung pada skala bioreaktor, sebagai akibatnya kondisi lingkungan mikroba perlu diperhatikan. Proses transpor dalam bioreaktor dikendalikan oleh dua mekanisme transpor yaitu :

1. Aliran secara konveksi
2. Diffusi secara konduksi

4.2. Kriteria Disain Bioreaktor

1. Kinetika pertumbuhan mikroba dan pembentukan produk dijabarkan menurut seleksi mikroba di bawah kondisi lingkungan mikroba
2. Pemilihan kondisi optimum pertumbuhan mikroba dan pertumbuhan produk.
3. Persamaan kinetika disisipkan ke dalam neraca bahan. Pada neraca massa, panas dan momentum perlu diselesaikan agar diperoleh model rinci yang mampu memberikan hubungan kondisi lingkungan dalam bioreaktor dan variabel operasi seperti kecepatan pengadukan, laju aerasi dan substrat.
4. Analisis Dimensi
Analisis dimensi terhadap parameter dijaga konstan selama peningkatan skala bioreaktor.
5. Perpindahan Oksigen
Kriteria peningkatan skala bioreaktor berdasarkan perpindahan oksigen.

4.3. Peningkatan Skala Bioreaktor Berdasarkan Nilai $\frac{P_g}{V}$ dan K_La

Konstan

1. Nilai $\frac{P_g}{V}$ konstan

$$N_2^3 D_{i2}^2 = N_1^3 D_{i1}^2$$

$$N_1 = N_2 \left(\frac{D_{i2}}{D_{i1}} \right)^{\frac{2}{3}}$$

dengan N_1, N_2 = kecepatan pengadukan dan D_{i1}, D_{i2} = diameter.

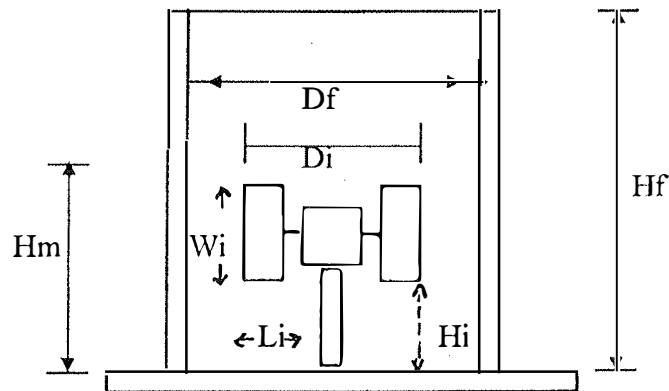
2. Nilai K_La Konstan

$$\text{Nilai } K_La = \frac{10(Vh_1C_M - Vh_2C_K)}{(V_L) \left(\frac{T_1}{T_0} \right) (22,4)(C_i - C_L)}$$

dengan V_{h_1} = laju udara masuk bioreaktor L/jam, V_{h_2} = laju udara keluar bioreaktor L/jam, C_M = konsentrasi oksigen masuk bioreaktor mg/L, C_K = konsentrasi oksigen keluar bioreaktor mg/L, V_L = volume substrat, T_1 dan T_0 = suhu, C_L = konsentrasi oksigen terlarut sesaat (mg/L). Bioreaktor terdiri atas tinggi H, diameter D, dalam rasio antara 1 sampai 3. Pengadukan selalu membentuk gelembung-gelembung dalam fluida dan mikroba berputar-putar dalam medium fermentasi. Berikut adalah contoh spesifikasi bioreaktor dan peningkatan skala bioreaktor..

Spesifikasi Fermentor

Tinggi fermentor,	$H_f = 35,50$	cm
Diameter fermentor,	$D_f = 16$	cm
Tinggi medium ,	$H_m = 23$	cm
Diameter impeller,	$D_i = 7.98$	cm
Panjang impeller,	$L_i = 2,23$	cm
Lebar impeller ,	$W_i = 1,63$	cm
Tinggi pengaduk dari dasar, H_i	$= 10,4$	cm
Diameter sparger,	$D_s = 0,005$	cm



Gambar 10 : Skema Bioreaktor Berpengaduk

Tabel 1 : Peningkatan Skala Bioreaktor Dari 4 Liter Menjadi 700 Liter dengan Nilai K_{La} Tetap

Parameter	Bioreaktor	
	Skala 1	Skala 2
1. Tinggi Bioreaktor H_r , Cm	35,50	156,10
2. Diameter, D_t , Cm	16	90,30
3. Tinggi Substrat, H_m , Cm	23	109,26
4. Diameter Impeller, D_i , Cm	7,98	23,0
5. Panjang Impeller., L_i , Cm	2,23	7
6. Lebar Impeller, W_i , Cm	1,63	5,30
7. Jarak Dari Dasar, H_{ii} , Cm	10,40	23,07
8. K_{La} (menit ⁻¹)	0,1242	0,1242
9. Volume Substrat, V_L , L	4	700

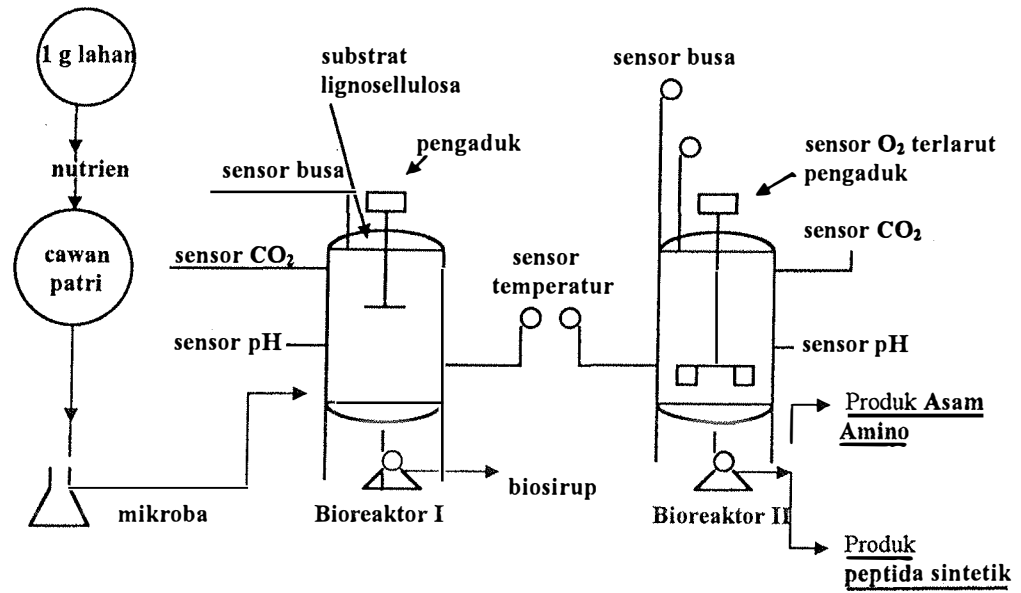
4.4. Perbandingan Berbagai Model

Pemodelan didapat disemua bidang ilmu dasar dan teknik. Peneliti mengembangkan model untuk tujuan yang luas antara lain agar mengerti proses lebih baik, mempredik sifat proses, mensimulasi sebagian dari proses.

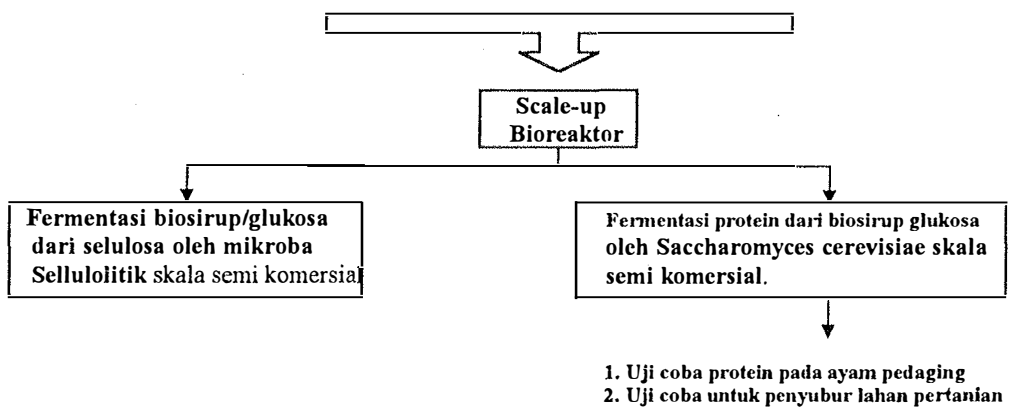
Model untuk pengendalian berdasarkan atas :

1. Model Linier
2. Model Non-Linier

Kedua model tersebut termasuk model kotak hitam dengan data masuk dan data hasil. Model non-linier hanya mampu memprediksi satu tahap ke depan, sehingga tidak cukup mengendalikan proses. Model linier dapatt digunakan untuk memprediksi beberapa tahap ke depan.



Tahap seleksi Strain selulolitik
Tahap optimasi variabel fermentasi biosirup/glukosa dari serbuk gergaji kayu oleh mikroba Selulolitik
Tahap optimasi variabel fermentasi protein dari biosirup/glikosa oleh Saccharomyces cerevisiae

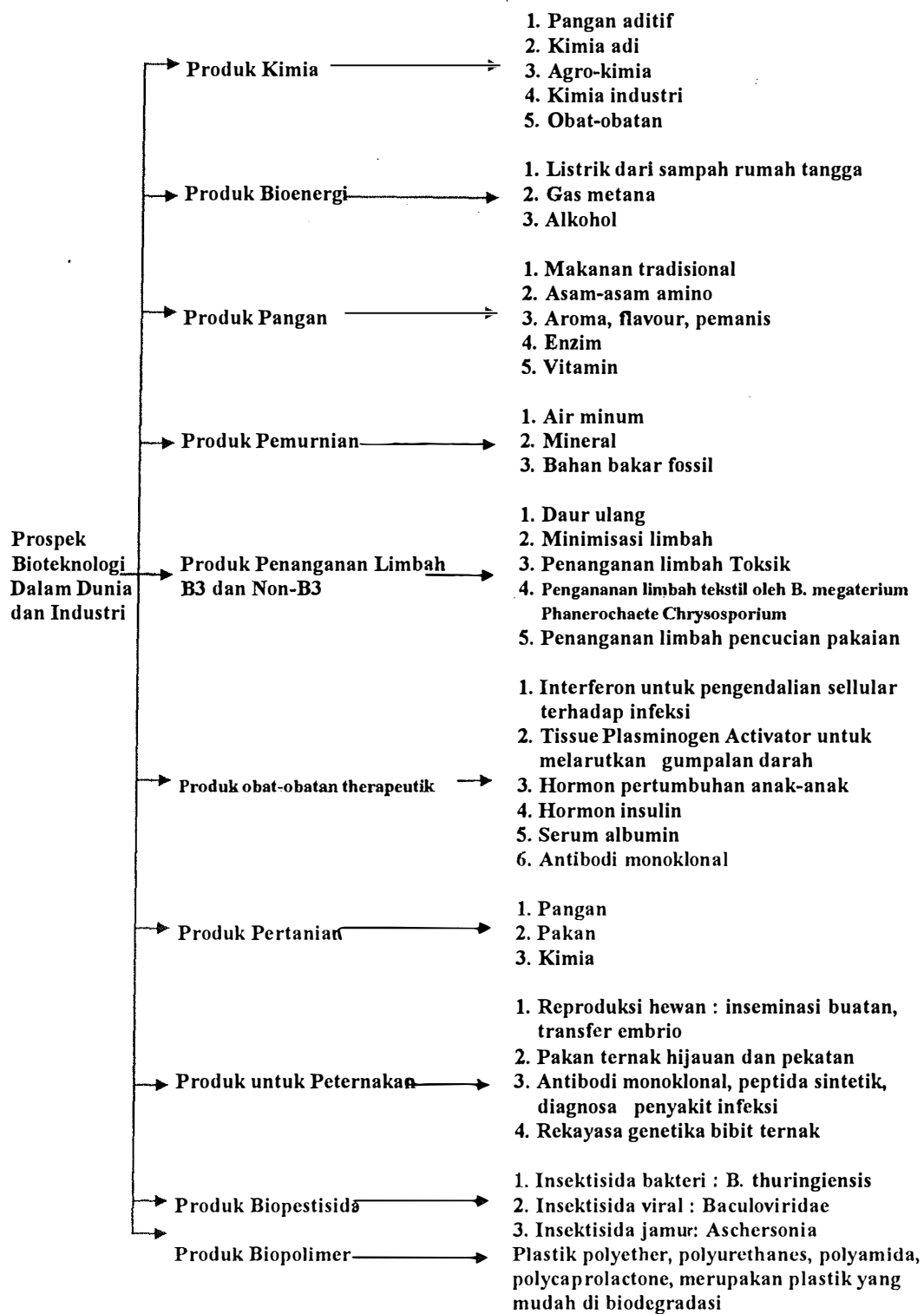


Gambar 11 : Contoh Isolasi Bakteri Selulolitik dari Lahan Subur dan Pemanfaatan Terhadap Fermentasi Limbah Lignosellulosa Kayu Menjadi Protein, Pupuk, Peptida Sintetik.

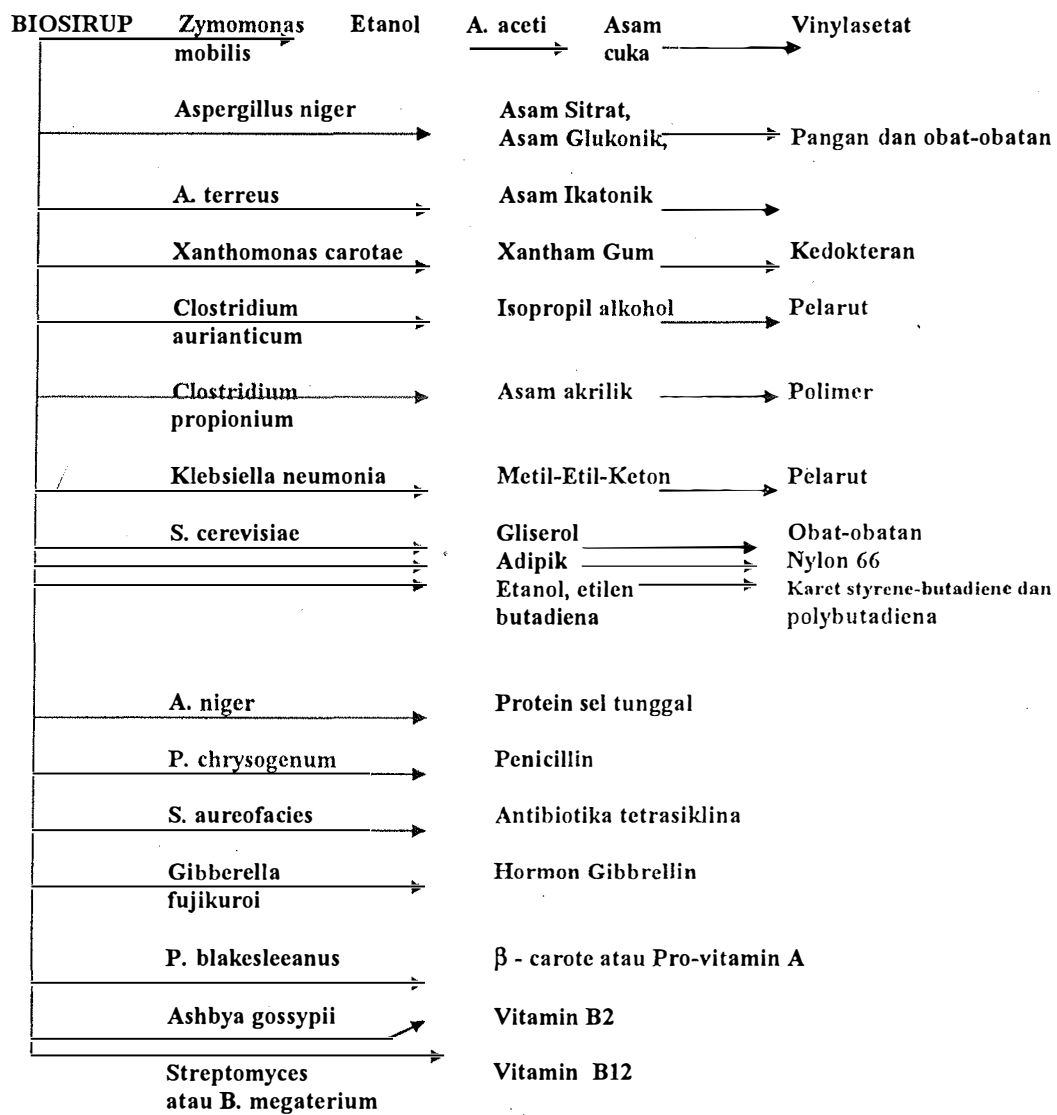
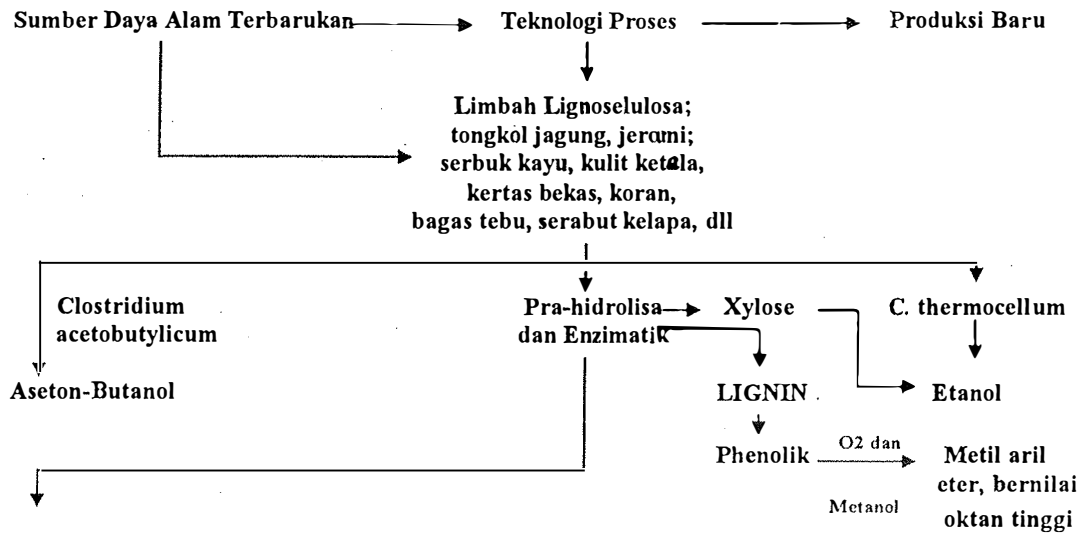
4. Implikasi Strategi Penerapan Teknik Kimia Pada Bioteknologi

Hadirin yang saya muliakan,

Strategi penerapan dan pemanfaatan teknik kimia pada dunia industri kimia dan industri bioteknologi, maka untuk menjaga keseimbangan antara teknologi-pembangunan-lingkungan, pihak dunia universitas-industri-dan pemerintah tidak boleh dihindari penyakit myopia atau rabun dekat sehingga memikirkan produktivitas tinggi dan keuntungan besar dalam tempo yang singkat. Keuntungan besar yang bersifat semu pada gilirannya akan menjadi bumerang dan kerugian besar dalam jangka panjang serta sekaligus kekalahan total. Strategi penerapan teknik kimia pada bioteknologi perlu dibudayakan dalam dunia industri. Pembudayaan ini bertujuan meningkatkan harmonisasi hubungan antara pemerintah, dunia industri dan universitas, sehingga kemampuan penguasaan ilmu pengetahuan dan teknologi yang diperoleh selama berpuluh-puluh tahun dapat ditransfer ke dunia industri. Tukar-menukar ilmuwan antara dunia perguruan tinggi dengan dunia industri akan meningkatkan dan merangsang pertumbuhan industri kimia, industri bioteknologi dan sekaligus berwawasan lingkungan. Pada abad kedua puluh, perubahan dan kebutuhan masyarakat sangat tergantung pada sumber sumber daya alam yang tak terbarukan (*non-renewable sources*), sehingga pada abad ke 21 kebutuhan masyarakat lebih ditekankan pada sumber daya alam terbarukan yang bersifat stabil dan ekologis sehat. Ledakan bioteknologi ditandai dengan datangnya rekayasa genetika yang diikuti inovasi teknologi bioproses dan biochemical engineering. Di dunia medis sudah dibuat yaitu TPA untuk penangkal penggumpalan darah, kanker, diabetes, vaksin, dan teknik memperbaiki kimiawi tubuh. Di dunia pertanian dan peternakan sudah ditemukan tanaman yang menciptakan pupuknya sendiri, vaksin ternak, bahan pakaian dari mikroba yang ditumbuhkan pada limbah. Demikian pula di dunia bioenergi dan industri kimia. Revolusi bioindustri yang berwawasan lingkungan cukup cerah. Keuntungan yang sangat potensial, penerapan teknik kimia pada bioteknologi ialah adanya bahan pangan bergizi tinggi, obata-obatan yang melimpah, produk kimia yang unggul, sumber bioenergi, pakan ternak untuk ruminansia maupun non-ruminansia, demikian pula penanganan pencemaran lingkungan dengan pendekatan bioteknologi tanpa menimbulkan pencemaran sekunder. Dan juga di bidang pertahanan dan keamanan, biosensor memberikan keuntungan dalam mendeteksi gas beracun dan senjata kimia. Ancaman pencemaran lingkungan telah menjadi isu nasional, namun ancaman pencemaran tersebut dapat diatasi dengan pendekatan bioteknologi. Buangan minyak bumi, pestisida, limbah industri tekstil, limbah petrokimia, limbah logam berat, limbah deterjen, dan limbah industri lain dapat dikurangi, dihilangkan dan dikendalikan dengan pendekatan bioteknologi.



Gambar 12 : Prospek Penerapan Teknik Kimia Pada Bioteknologi Dalam Dunia Industri.



Gambar 13 : Strategi Penerapan Teknik Kimia Pada Bioteknologi Limbah Lignoselulosa

Berikut adalah beberapa jenis limbah industri yang dikendalikan dan diolah secara bioteknologi.

1. Penghilangan Logam Berat Dalam Cairan Buangan.

Logam Berat;
Pb $\xrightarrow{\text{Jamur}}$ Air Bersih + mikroba yang mengakumulasikan logam berat.

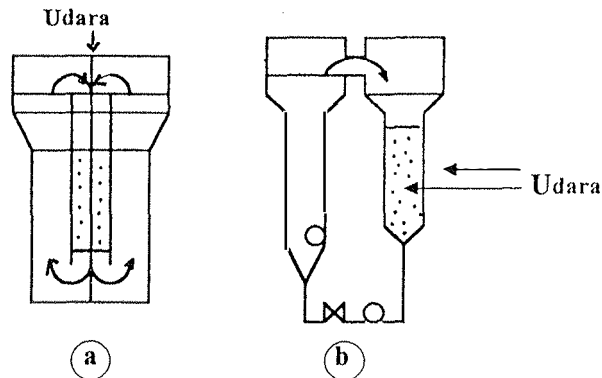
Logam Berat;
Perak + nutrien $\xrightarrow{\text{Thiobacillus}}$ Air Bersih + mikroba yang mengakumulasikan perak.

2. Penghilangan Limbah Industri Berisi Fenol

Limbah fenol berasal dari industri minyak bumi, industri plastik, industri kimia, industri pestisida, pembangkit listrik dari batu bara, industri cat, industri metalurgi, industri obat-obatan, industri tekstil, dan pembersihan lantai rumah tangga.

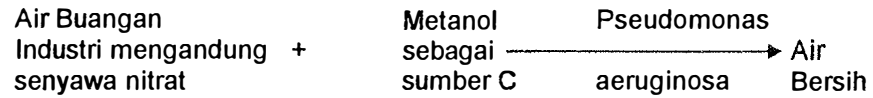
Substrat fenol, kresol, xylol + nutrien $\xrightarrow{\begin{matrix} 1. \text{Candida tropicalis ATCC 750} \\ 2. \text{Pseudomonas fluorescens ATCC 11172} \\ 3. \text{Aspergillus sp} \\ 4. \text{Penicillin} \end{matrix}}$ Air + CO₂ + H₂O + Ion polimer Bersih

3. Pengolahan Air Buangan Pada Industri Lahan Sempit Dengan Bioreaktor Fluidisasi.

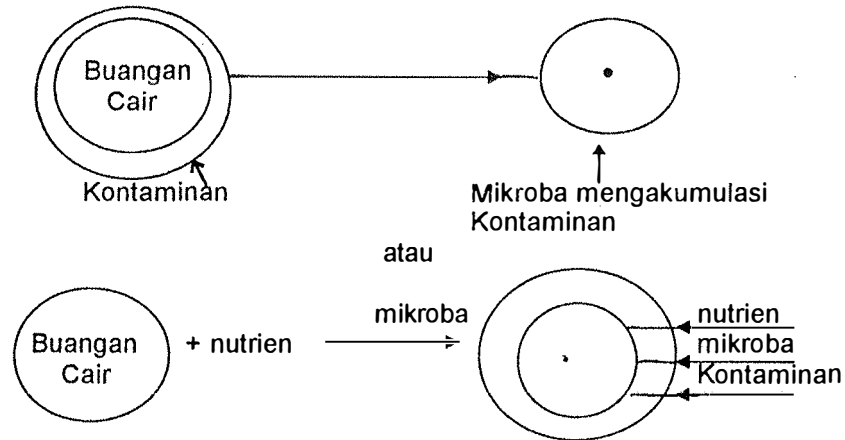
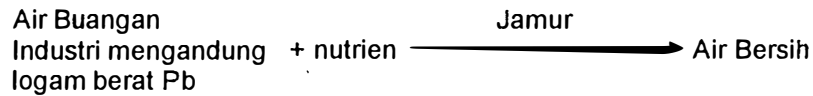


Gambar 14 : Bioreaktor Fluidisasi (a) "Internal Loop Bioreactor" dan (b) "External Loop Bioreactor"

3.1. Penanganan senyawa nitrat dalam air buangan oleh Pseudomonas aeruginosa :



3.2. Penanganan logam berat Pb dalam air bangunan oleh jamur Paecillomyces sp, Aspergillus sp, Penicillium sp.



4. Penanganan Limbah Rumah Sakit

Limbah infeksius dan radioaktif diatur tersendiri dan terpisah dari limbah B-3. Penanganan limbah infeksius dibedakan atas :

4.1. Reduksi Sumber Limbah

Pencucian dilakukan dengan uap dari pada menggunakan pelarut kimia, pemisahan limbah kemoterapi dari limbah lain.

4.2. Daur Ulang

Pemanfaatan kembali pelarut dan perak serta merkuri.

4.3. Penanganan Limbah Infeksius Dengan Insinerator.

5. Penanganan Limbah Proses Film

Jenis limbah cair berisi logam berat chromium (Cr), Aluminium (Al), Cyanida, Nitrat, Besi, Seng, larutan asam dan basa.

5.1. Reduksi Sumber Limbah

Mengurangi volume air untuk pencucian dan pencucian bertahap.

5.2. Daur Ulang

Pemanfaatan kembali "spent photo resist stripper waste"

5.3. Pengolahan Limbah Proses Foto Film.

Pengeringan padatan, pengurangan volume padatan dengan penambahan soda kaustik, koagulan fotoelektrolit dan pengurangan logam berat dalam limbah padat (Cr, Al, Fe, Zn) dengan cara pertukaran ion-ion.

6. Penanganan Limbah Pencucian Pakaian Dengan “Dry Cleaning”
Jenis limbah “Dry Cleaning” seperti pelarut perchloroethylene, dan tepung saringan.

6.1. Reduksi Sumber Limbah

Memeriksa semua kebocoran pipa, memodifikasi petunjuk operasi untuk mencegah penguapan pelarut.

6.2. Daur Ulang

Destilasi sisa-sisa pelarut.

6.3. Pengolahan Limbah “Dry Cleaning”

Pengurangan volume limbah padatan dan logam berat dengan pertukaran ion-ion.

7. Penghilangan Limbah Bengkel Kendaraan

Limbah bengkel kendaraan seperti mobil, truk, kereta api, kapal laut, dan pesawat terbang, berupa : limbah kaustik mengandung logam, pelarut mudah terbakar, oli bekas, bahan bakar, limbah baterai/accu yang mengandung asam kuat, basa dan timbal dan antifreeze.

7.1. Reduksi Sumber Limbah

7.2. Daur Ulang

7.3. Pengolahan Limbah.

8. Pengolahan Limbah Beracun dan Berbahaya

Limbah beracun dan berbahaya berupa pada, cair, atau kombinasi pada dan cair yang bersifat mudah terbakar, mudah bereaksi, mudah membuat korosi dan amat toksik serta beracun :

8.1. Reduksi Sumber Limbah

8.2. Daur Ulang

8.3. Pengolahan Limbah.

9. Pengolahan Limbah Cair Industri Tekstil

Limbah cair industri tekstil yang berisi logam berat, senyawa anorganik terlarut, partikel koloid dan bahan padatan dapat diolah berturut-turut secara :

9.1. Bioteknologi

9.2. Proses Kimia dan Electroflocc.

Substrat
Limbah + nutrien
Tekstil

1. B. megaterium
2. Phanerochaete
chrysosporium

Air Bersih + miselia

Substrat
Limbah
Tekstil

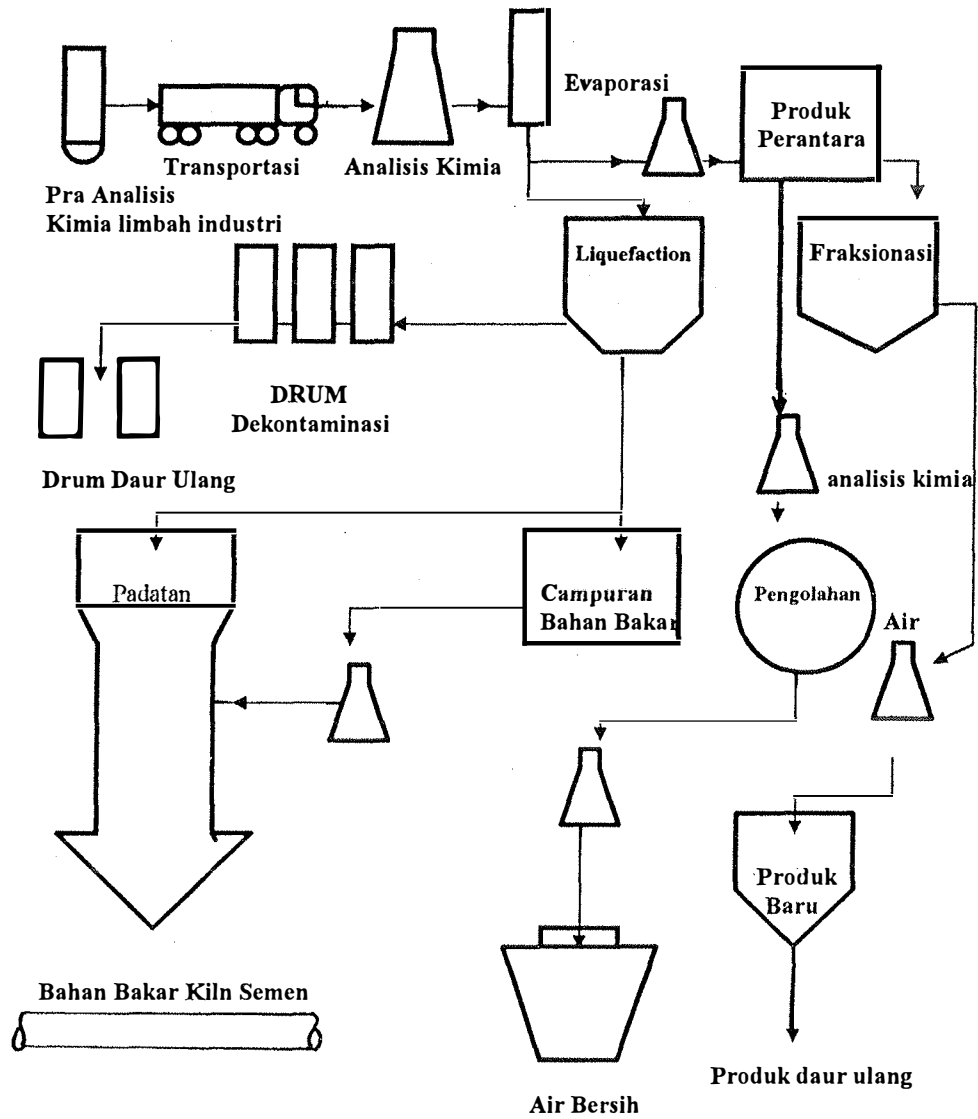
Elektro koagulasi

Elektro Flokulasi

Flokulasi Kimia

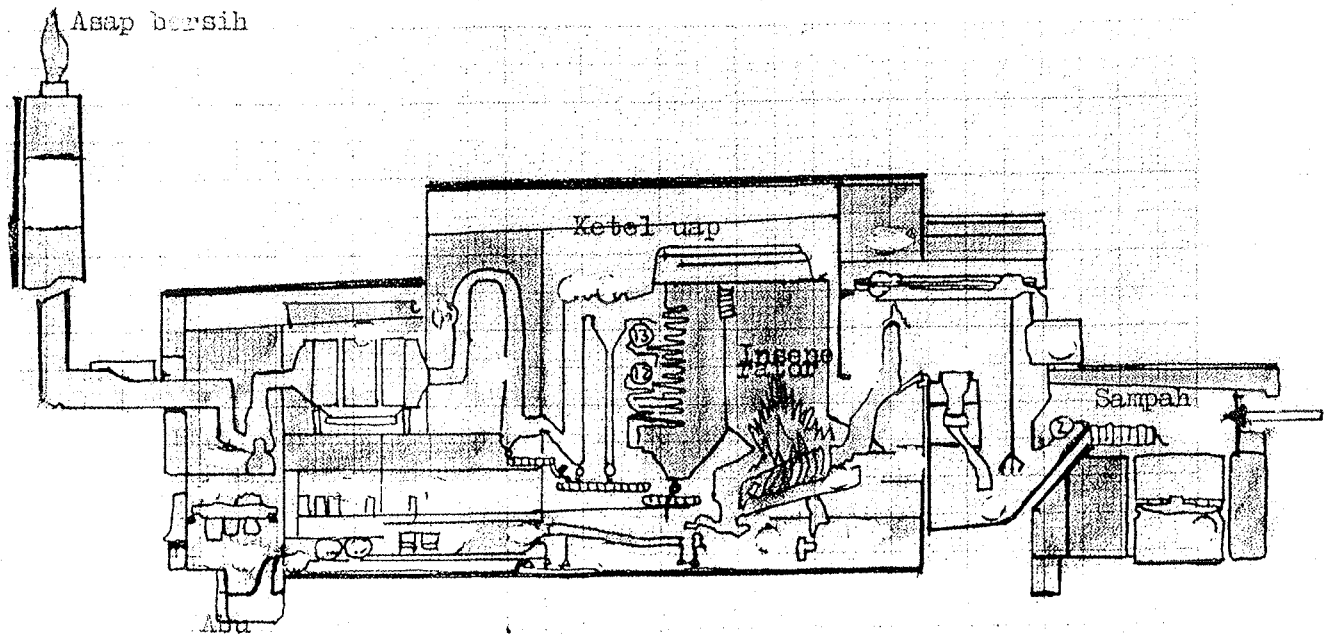
Air Bersih

10. Pengolahan Limbah Beracun dan Berbahaya



Gambar : 15 : Manajemen Limbah Industri Yang Berbahaya dan Beracun Menjadi Produk Daur Ulang dan Energi Serta Air Bersih.

11. Pengolahan Sampah Rumah Tangga Menjadi Listrik



BIOLISTRIK DARI SAMPAH RUMAH TANGGA

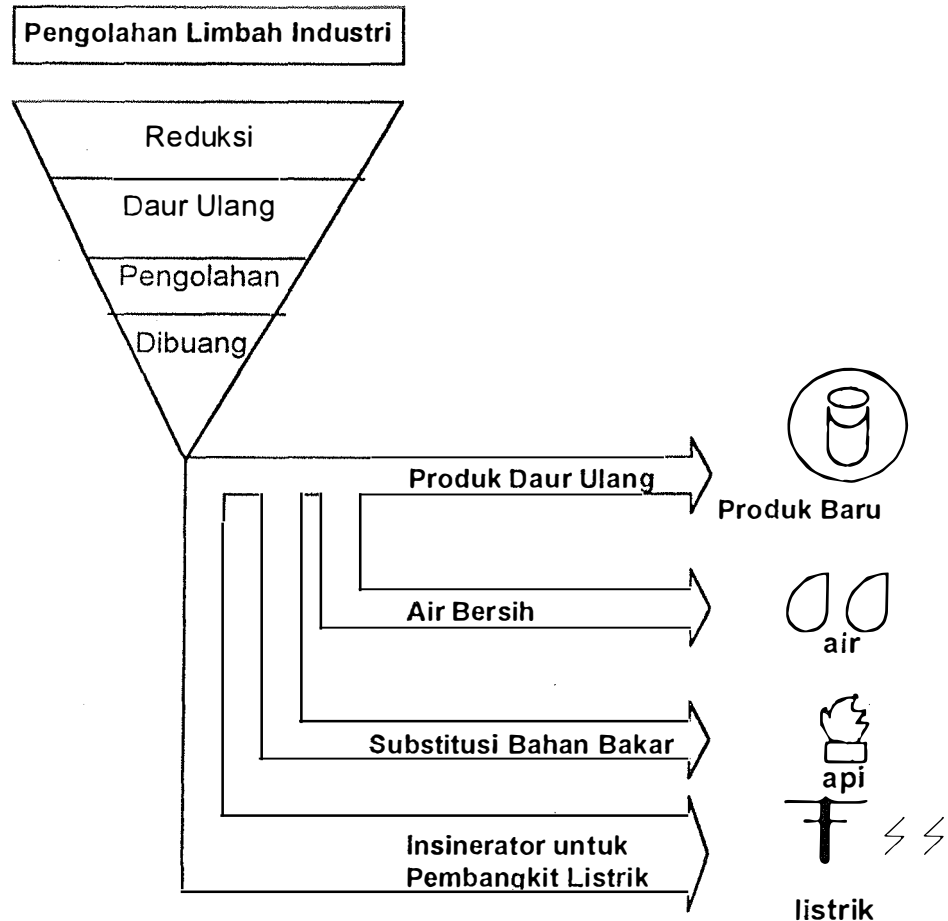
Gambar 16 : Proses Insinerator Sampah Rumah Tangga Menjadi Sumber Listrik

Pada gambar ditunjukkan bahwa sampah rumah tangga diangkut dengan truk, ditimbang, dikumpulkan dalam bunker, dan sampah diumpankan ke dalam insinerator. Pembakaran berlangsung secara proses eksotermik. Udara dipanaskan dengan uap sebelum diumpankan ke dalam insinerator. Produk sampingan abu, dipisahkan dengan pemisah elektromagnetik sehingga diperoleh produk baru besi scrap, sedangkan gas panas digunakan untuk membuat uap dan uap digunakan untuk pembangkit listrik. Gas yang keluar dari ketel uap diproses dalam reaktor yang berisi tepung kapur untuk mengurangi gas asam sehingga lingkungan udara bebas asam. Kapasitas sampah rumah tangga sebesar 400 ton mampu menghasilkan biolistrik 6 Mega Watt, hasil samping abu yang mengandung logam besi, sehingga lingkungan bersih.

Hadirin yang saya muliakan,

Tibalah saatnya, pada akhir pidato pengukuhan, saya masih ingin menyampaikan pesan yang pertama dan utama untuk menanggulangi dampak limbah industri sebagai berikut :

Peranan dan tanggung jawab ilmu pengetahuan dan teknologi harus melayani umat manusia, sehingga umat manusia mampu merawat dan melestarikan lingkungannya. Ilmu untuk mencari kebenaran dan kebenaran untuk umat manusia agar mampu merefleksikan imajinasinya. Sejalan dengan itu, limbah industri yang mencemari lingkungan dapat diolah menjadi produk baru sebagai berikut :



Akhirnya pada penutupan pidato pengukuhan, saya mengucapkan beribu terima kasih kepada hadirin yang dengan penuh kesabaran mengikuti pidato ini. Juga saya sampaikan penghargaan dan terima kasih kepada Pimpinan, Anggota Senat dan Guru Besar Universitas Katolik Parahyangan, dan kepada Bapak Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia, atas kehormatan dan kepercayaan yang diberikan kepada saya untuk memangku jabatan Guru Besar. Pada gilirannya jabatan Guru Besar akan menuntut tanggung jawab yang lebih besar lagi bagi pengabdian saya untuk berperan serta dalam membangun tata-dunia baru

dan menyemangati kaum muda mencintai ilmu pengetahuan dan teknologi guna kemajuan dan perkembangan ekonomi.

Ucapan terima kasih dan penghargaan saya sampaikan kepada guru-guru saya berturut-turut : Sekolah Rakyat di Yogyakarta, SMP Negeri I di Yogyakarta, SMA IV B Negeri di Yogyakarta, UGM di Yogyakarta, Sekolah Tinggi Teknik Delft di negeri Belanda, University of New South Wales di Sydney-Australia, Kyoto University di Uji-Kyoto-Jepang. Dari merekalah saya mengenal, memahami, menerapkan ilmu pengetahuan dan teknologi bagi kehidupan, kesejahteraan, kebahagiaan dan kedamaian. Sebagian dari beliau-beliau telah mendahului kita menghadap ke hadirat Allah Bapa di Surga dan semoga Allah Bapa berkenan melimpahkan pahala dan ampunan kepada beliau-beliau.

Kepada rekan-rekan Dewan Pengurus Yayasan Unpar, Senat Universitas Katolik Parahyangan dan para Guru Besar yang telah bekerja sama dengan saya, sekali lagi saya ucapkan terima kasih.

Kepada bapak-bapak dari instansi Pendidikan Tinggi dan Bapak Koordinator Kopertis Wilayah IV Jawa Barat, saya ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas bantuan yang telah diberikan dalam pemrosesan jabatan Guru Besar saya.

Kepada yang terhormat Ketua LIPI dan Deputi Ketua LIPI bidang Ilmu Pengetahuan Teknik di Jakarta yang telah memberikan **persetujuan resmi** untuk membantu peningkatan mutu pendidikan tinggi, saya ucapkan terima kasih.

Secara khusus , saya ucapkan terima kasih kepada istri dan anak-anak tercinta : Ch. Sri Rasmuljani, Catharina Damayanti, F. Erwin Putranto, Priska S. Desiwati, yang telah merelakan saya bekerja untuk pendidikan tinggi, agar saya dapat berbakti kepada nusa dan bangsa Indonesia. Demikian pula kepada almarhum Ayahanda Johannes Soetjijo Hardjosoewiswo yang telah memberikan bimbingan, pengarahan dan membesarkan Ananda, Ananda berdoa berikanlah istirahat kekal kepada Ayahanda yang telah meninggal dalam Kristus. Kepada Ibunda Tri Sang Soelami, Ananda menghaturkan terima kasih disertai doa, semoga Allah Bapa yang Maha Baik senantiasa melimpahkan kurnia Rahmat-Nya.

Akhir kata, sekali lagi kepada seluruh hadirin yang telah berkenan menghadiri dan bersabar pada acara pengukuhan ini, saya ucapkan terima kasih.

Tidak lupa pula saya panjatkan puji dan syukur kepada Allah Bapa penuh kasih yang telah memberikan kekuatan, berkat, dan Rahmat-Nya kepada kita semua. Terima kasih.

Daftar Pustaka

1. Aiba, S., Humphrey, A.E., and Millis, N.E., 1965, "Biochemical Engineering", pp. 17-275, Academic Press, New York.
2. Atkinson, B., and Mavituna, F., 1983, "Biochemical Engineering and Biotechnology Handbook", McMillan Publisher Ltd., Suffolk, England.
3. Brauer, H., 1985, Biotechnology : Biological Waste Water Treatment in a Reciprocating Jet Bioreactor. vol 2, Speyer, The Federal of Germany. p. 520-521.
4. Brauer, H., 1985, Equations for Momentum, Heat and Mass Conversion. Biotechnology, Vol. 2, VCH Verlagsgesellschaft mbH, D-6940, Weinheim.
5. Cevera, J.C.H., 1986, The beginning : Searching for enzyme in nature, Bioprocessing, Proceeding of the Conference held in San Francisco, USA.
6. Gherma, R.L., and Pienta, P., 1969, "Catalogue of Strain I", The American Type Culture Collection, 432.
7. Kono, T., and Asai, T., 1969, "Kinetics of Fermentation Process", Biotechnol. Bioeng., 9, 293-321.
8. Mude, R.F., dan van den Akkes, H.E.A., 1992, "Kinetic of Microbial Processes. Bioprocess Technology : Modelling and Transport Phenomena, Butterworth-Heinemann, Avery Hill Road Eltham, London.
9. Nagai, S., 1979, "Mass and Energy Balances for Microbial Growth Kinetics", Advances in Biochemical Engineering, 11, pp. 49-80, Springer Verlag, Berlin.
10. Onken, U, and Weiland, P., 1985, Biotechnology : Control and Optimization. Vol 2, Speyer, The Federal Republic of Germany, p. 788-804.
11. Sastry, C.A., 1986, Application of Biotechnology in Waste Water Treatment., First ASEAN Science and Technology Week, Proceedings of Conference, Vol II, ASEAN COST, Kuala Lumpur.
12. Senoko Incineration Plant, 1994, Engineering Services Department, Ministry of The Environment, Singapore.
13. Suharto, Ign, 1979, "Current Status and Utilization of Carbohydrate Residues in Indonesia", The United Nation University, Tokyo, Japan.
14. Suharto, Ign, dan R.H. Trisnamurti, 1987, "Modelling and Control of Process in Fermentation System", Proceeding of UNESCO Regional Workshop On Data Base, System Analysis and Process Control In Biotechnology, Osaka University, Japan.
15. Suharto, Ign, et al, 1988, "Modelling, Monitoring and Control of Tetracycline and Erythromycin Fermentation", International Conference On Biotechnology and Food, Hohenheim University, West Germany.

16. Suharto, Ign, et al, 1988, "Mathematical Model, Design, Construction and Instalation of Fluidized Bed Combustor of Rice Hulls For Heat and Power In Indonesia", ASEAN Workshop On Conversion of Biomass, Prince of Songkla University, Hatyai, Thailand.
17. Suharto, Ign, 1993, "Indonesian Hazardous Wastes:Low Waste Technology and Environment", Proceeding University of STO Tomas, Manila, Philippines.
18. Suharto, Ign, 1993, "Waste and Hazardous Material In The Environment", Proceeding University of STO Tomas, Manila, Philippines.
19. Suharto, Ign, dan Kismurtono, 1993, "Preliminary Design of Equipment Engineering On Active Carbon For The Future Development", 11th Conference of ASEAN Federation of Engineering, Singapore.
20. Suharto, Ign, dan Akrom, H, 1993, "Strategy of Process and Assessment of Fluidized Bed Combustor of Rice Hulls For Energy", 11th Conference of ASEAN Federation of Engineering, Singapore.
21. Suharto, Ign, 1994, "Modelling and Scaling-Upof Bioreactor For Saw Dust Fermentation By Cellulolytic and Acetic Acid Fermentation By A Aceti", Better Living Through Innovative Biochemical Engineering, National University of Singapore.
22. Suharto, Ign, dan Kismurtono, 1994, "Effect of Aluminium Concentration and Mixing Time On The Treatment of Paint Wastewater", REDBO, The Institution of Engineering, Singapore.
23. Suharto, Ign, 1994, "Responses To 100 Questions About Hazardous and Non-Hazardous Wastes", Report of Asia Foundation-USAID, San Franscisco, USA.
24. Wang, D.I.C., et al, 1979, Fermentation & Enzyme Technology, John Wiley & Sons, Inc, London, England.



RIWAYAT HIDUP

1. Nama : Prof. Dr. Ir. Ign. Suharto
2. Jenis Kelamin : Laki-laki
3. Agama : Katolik
4. Tempat/Tgl. Lahir: Yogyakarta, 28 Pebruari 1937
5. Susunan Keluarga :
 1. Isteri : Ch.N. Sri Rasmuljani
 2. Anak Kandung : Catharina Damajanti
 3. Anak Kandung Kembar Dampit : 3.1.F Erwin Putranto
3.2.Priska S. Desiwati
6. Tempat Tinggal : Jl. Gunung Mas C-11
Bandung, 40142
Telepon : 233982
7. Pangkat : Pembina Utama IV/E
Terhitung mulai tanggal 1 Oktober 1987
(Surat Keputusan Presiden R.I. No. 3/K Tahun 1987)
8. Jabatan :
 1. **Jabatan Fungsional di LIPI**
 - 1.1 Ahli Peneliti Madya (APM),
(Associate Research Professor)
Terhitung mulai tgl 10-10-1983, dengan nilai = 925
 - 1.2 Ahli Peneliti Utama (APU),
(Research Professor)
Terhitung mulai tgl. 01-07-1986, dengan nilai = 1.097,7
 - 1.3 Ahli Peneliti Utama (APU), dilanjutkan
Terhitung mulai tgl. 01-12-1988, dengan nilai = 1.224,4
 - 1.4 Ahli Peneliti Utama (APU), dilanjutkan
Terhitung mulai tgl. 01-03-1991, dengan nilai = 1.270,4
 - 1.5 Ahli Peneliti Utama (APU), dilanjutkan
Terhitung mulai tgl. 01-06-1993, dengan nilai = 1.379,4
 2. **Jabatan Fungsional di Universitas Katolik Parahyangan**
Guru Besar di Fakultas Teknologi Industri
 3. **Jabatan Struktural di LIPI**
Mantan Direktur Lembaga Kimia Nasional - Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, 1976 - 1986 (2 periode).
9. **Jabatan Organisasi:**
 1. Wakil Ketua Badan Pengurus Asosiasi Perguruan Tinggi Katolik Seluruh Indonesia (APTIK), 1988 - 1990
 2. Vice President of The Federation of Food Science and Technology In The ASEAN Countries, 1988 - 1992.
10. **Piagam Penghargaan dari Pemerintah Republik Indonesia:**
 - 10.1 Piagam Tanda Kehormatan Presiden Republik Indonesia menganugerahkan **TANDA KEHORMATAN**

BINTANG JASA NARARYA berdasarkan Surat Keputusan Presiden R.I. No. 033/TK/Tahun 1982, tanggal 5 Agustus 1982.

- 10.2 Piagam Tanda Kehormatan Presiden Republik Indonesia menganugerahkan **TANDA KEHORMATAN SATYALANCANA KARYA SATYA TINGKAT I** berdasarkan Surat Keputusan Presiden Republik Indonesia No. 050/TK/Tahun 1990 tanggal 17 Juli 1990.
- 10.3 Piagam Penghargaan Menteri Negara Pengawasan Pembangunan dan Lingkungan Hidup berdasarkan piagam No. 0359 tanggal 11 Maret 1983.

11 Riwayat Pendidikan dan Pekerjaan

11.A. PENDIDIKAN

1. Pendidikan Dasar

HIS/Sekolah Rakyat di Wonogiri, Surakarta : 1943-1946 di Wonogiri
Tidak Sekolah karena Perang Belanda - R.I. : 1947-1949 di Wonogiri/Yogya
Sekolah Rakyat (Lanjutan) di Yogyakarta : 1950-1953 di Yogyakarta

2. Pendidikan Menengah

2.1 Lulus SMP Negeri I, bagian B (IPA) : 14 Juli 1953, di Yogyakarta
2.2 Lulus SMA Negeri IV, bagian B (IPA) : 1 Agustus 1959, di Yogyakarta

3. Pendidikan Tinggi

3.1 Lulus Insinyur Teknik Kimia,
Universitas Gadjah Mada Yogyakarta : 28 Mei 1965
3.2 Studi Post Graduate Teknik Kimia
di TH-Delft, Delft, Nederland : 1967 - 1968
3.3 Lulus Studi Post Graduate dalam bidang
Teknologi Pangan, University of New
South Wales, Sydney, Australia : 15 April 1975
3.4 Lulus Doktor Ilmu Teknik Bidang
"Biotechnology dan Biochemical
Engineering", Universitas Gadjah Mada : 28 Nopember 1986
3.5 Sekolah Staf dan Pimpinan Administrasi
(SESPA), Lembaga Administrasi Negara dan
Departemen Pertanian, Angkatan X di Ciawi -
Bogor pada tanggal : 20 Desember 1990
3.6 Visiting Professor Program di Research
Institute for Food Science, Kyoto
University, Uji, Kyoto, Japan, : 17 Januari - 30 Juni 1991
3.7 Environmental Fellowship Program di
California - USA dengan sponsor dari The
Asia Foundation - USAID : 9 Agustus-2 September 1994

11.B. RIWAYAT PEKERJAAN

1. Di lingkungan LIPI

- 1.1. **1 Juni 1965 :**
Asisten Ahli pada Lembaga Kimia Nasional, Pusat Research Nasional - MIPI menurut SK Menteri Research Nasional No. 1/I.21B/65 tanggal 26 Juli 1965, dengan golongan F/II.
- 1.2. **1 Maret 1968 :**
Penata Muda, golongan III/a pada Lembaga Kimia Nasional - Pusat Research Nasional LIPI dengan SK Ketua LIPI No. 205/UP/II/68 tanggal 18 Juni 1968
- 1.3. **26 Januari 1970 :**
Penata Muda Tingkat I/Asisten Peneliti golongan III/b pada Lembaga Kimia Nasional - Pusat Research Nasional LIPI dengan SK Ketua LIPI No. 18/Kep/J.3/II/70 tanggal 26 Juni 1970.
- 1.4. **1 April 1972 :**
Asisten Direktur Lembaga Kimia Nasional - Pusat Research Nasional - LIPI dengan SK Ketua LIPI No. 115/Kep/J.3/II/70 tanggal 21 Agustus 1972.
- 1.5. **21 Desember sampai dengan 14 Maret 1975 :**
Asisten Direktur Lembaga Kimia Nasional - Pusat Research Nasional - LIPI dengan SK Ketua LIPI No. 192/Kep/J.1/1970 tanggal 12 Desember 1970.
- 1.6. **14 Maret 1975 sampai dengan 1 Maret 1976 :**
Pjs. Direktur Lembaga Kimia Nasional - Pusat Research Nasional - LIPI dengan SK No. 192/Kep/J.1/75 tanggal 14 Maret 1975.
- 1.7. **1 Maret 1976 sampai dengan 1 April 1980 :**
Direktur Lembaga Kimia Nasional - Pusat Research Nasional - LIPI dengan SK Ketua LIPI No. 26/Kep/J.1-d/II/II76 tanggal 13 Februari 1976.
- 1.8. **1 April 1980 sampai dengan 1 Juli 1986 :**
Direktur Lembaga Kimia Nasional - Pusat Research Nasional - LIPI dengan SK Ketua LIPI No. 150/Kep/J.1-d/II/80 tanggal 10 Maret 1980.
- 1.9. **10 September 1987 sampai dengan 25 Februari 1991 :**
Kepala UPT Balai Diseminasi Hasil Lit-Bang dengan SK LIPI No. 1061/Kep/J.1-d/II1987 dengan tanggal 10 September 1987.
- 1.10. **1975 - 1980 :**
Kepala Proyek ASEAN - Australia Bidang Protein dengan SK Ketua LIPI No. 121/Kep/B.8/75 tanggal 9 Juni 1975.
- 1.11. **1982 - 1990 :**
Kepala Proyek ASEAN - Australia Bidang Teknologi Pangan dengan SK Ketua LIPI.
- 1.12. **1973 sampai dengan 1978 :**
Kepala Proyek Peningkatan Penelitian Kimia dengan SK Ketua LIPI No. 72/Kep/J.1/II/73 tanggal 1 Maret 1973.
- 1.13. **1978 sampai 1979 :**
Kepala Proyek Peningkatan Penelitian Kimia dengan SK Menteri/Sekretaris Negara RI No. Kep.07/M.SESNEG/3/1987 tanggal 21 Maret 1978.
- 1.14. **1979 sampai 1980 :**
Kepala Proyek Peningkatan dan Pengembangan Teknologi Pangan dengan SK Menteri/Sekretaris Negara RI. No. Kep. 13/M.SESNEG/3/1979 tanggal 31 Maret 1979.

11.B.2. Di Lingkungan Menteri Negara Riset

1976 sampai 1978 :

Staf Tenaga Ahli Direktur Perencanaan pada Proyek PUSPITEK di Serpong dengan SK Menteri Riset No. 011/Kep/V/77 tanggal 10 Mei 1977.

11.B.3. Di lingkungan Menteri Negara Pengawasan Pembangunan dan Lingkungan Hidup

1979 sampai 1983 :

Anggota Kelompok Kerja Industri Penanggulangan Pencemaran dan Lingkungan Hidup.

11.B.4. Di bidang Pendidikan dan Pengajaran

4.1. 1969, 1970, 1971, 1972, 1973, 1975, 1976, 1977, 1978, 1979 :

Dosen Kimia Dasar pada Akademi Industri dan Niaga Propinsi Jawa Barat, sesuai dengan SK Gubernur Kepala Daerah TK I Jawa Barat No. 54/KS.32/SK/77 tanggal 10 Februari 1977.

4.2. **1 Januari 1978 sampai dengan 1 Januari 1979 :**

Dosen Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran bidang bimbingan Skripsi Teknologi Makanan dengan SK Rektor Universitas Padjadjaran tanggal 19 Juni 1978 No. 648/UP/7/1978.

4.3. **Dosen Program Doktor dan Magister Universitas Padjadjaran Bandung**

1. **Dr.Ir.Ign.Suharto** sebagai Tim Oponen Akhli pada Sidang Senat Terbuka Senat Universitas Padjadjaran tanggal 20 Agustus 1992 untuk menempuh ujian promosi H. Udju D. Rusdi (Saat ini Prof. Dr. H. Udju D. Rusdi)

2. Program Doktor Ir. Tjitjah Aisyah, MSc :

Promotor : Prof. Dr. H. Didi Atmadilaga

Ko-promotor : Prof. Dr. Juju Wahyu
Prof. Dr. H. Soeharsono, MSc
Prof. Dr. Ir. Ign. Suharto

3. Program Doktor Ir. Willyan Djaja, MSc :

Promotor : Prof. Dr. H. Didi Atmadilaga

Ko-promotor : **Prof. Dr. Ir. Ign. Suharto**

4. Program Doktor Ir. Hetty Kancana, MSc

Promotor : Prof. Dr. H. Maman P. Rukmana

Ko-promotor : Prof. Dr. H. Didi Atmadilaga
Prof. Dr. Tahjan Usri
Prof. Dr. Ir. Ign. Suharto

5. Program Doktor : Ir. H. Eddy Yusup, MSc

Promotor : Prof. Dr. H. Surachman Sumawihardja

Ko-Promotor : **Prof. Dr. Ir. Ign. Suharto**
Dr. H. Sutaryo Salim, SE.

6. Program Doktor : Ir. H. Adang Kadarusman, MSIE

Promotor : Prof. Dr. Ir. Tuhpawana P. Sendjaja

Ko-Promotor : **Prof. Dr. Ir. Ign. Suharto**
Prof. Dr. H. Judistira K. Garna

7. Program Doktor Ir. Undang Sentosa, Msc

Penelaah Disertasi S-3 : **Prof. Dr. Ir. Ign. Suharto**

8. Program Magister Dra. Lia Yulia Budiarti

Penelaah Tesis S-2 : **Prof.Dr.Ir.Ign.Suharto**

9. Beberapa Calon Magister di Program Pasca Sarjana Unpad yang akan dibimbing sedang diproses.

4.4. Bimbingan Tesis S-1 pada Fakultas Teknik - Unpas

4.5. Dosen Teknik Kimia pada Fakultas Teknologi Industri - Unpar.

4.6. Memberi kuliah dan riset bioteknologi di Research Intitute for Food Science, Uji, Kyoto University, Japan, 17 Januari - 17 Juni 1991.

12. Publikasi/Makalah.

12.1. Publikasi/Makalah Sendiri

12.1.1. Tingkat Internasional

1. Ign. Suharto, 1979, "Current Status and Utilization of Carbohydrate Residues in Indonesia", The United Nation University, **Tokyo, Japan.**
2. Ign. Suharto, 1991, "Diversification of Substrate On Solid Substrate Fermentation By Rhizopus sp and Neurospora sp", The Research Institute for Food Science, Kyoto University, Uji, **Kyoto, Japan.**
3. Ign. Suharto 1991, "Biotechnology and Solid Substrate Fermentation On Traditional Food In Indonesia a Review", The Food Research Intitute for Food Science, Kyoto University, Uji, **Kyoto, Japan.**
4. Ign. Suharto, 1992, "Cassava As Functional Ingredients In Bread and 100 Recipes Processing For Diversification of Staple Foods In Indonesia", The Third ASEAN Science and Technology Week, **Singapore.**
5. Ign. Suharto, 1993, "Indonesian Hazardous Wastes : **Low Waste Technology and Environment**", Proceeding University of STO Tomas, **Manila, Philippines.**
6. Ign . Suharto, 1993, "Waste and Hazardous Material In The Environment", Proceeding University Of STO Tomas, **Manila, Philippines.**
7. Ign. Suharto, 1993, "Principles of Spray Drying On Turmeric And Its Implementation On Traditional Soybean Curd", Contributed Paper at the 26th Annual Convention in Food Horizon, **Adelaide, Australia.**
8. Ign. Suharto, 1994, "Modelling and Scaling-Up of Bioreactor For Saw Dust Fermentation By Cellulolytic and Acetic Acid Fermentation By A aceti", Textbook of Better Living Through Innovative Biochemical Engineering", Departement of Chemical Engineering and Bioprocessing unit, National University of **Singapore.**
9. Ign. Suharto, 1994, "Responses To 100 Questions About Hazardous and Non-Hazardous Wastes", The Asia Foundation - USAID and Faculty of Industrial Technology, Catholic University of Parahyangan, **San Fransisco, USA.**
10. Ign. Suharto, 1994, "Biodegradable Plastic and Biotechnology", Newsletter of The Asia Foundation, **San Fransisco, USA**

11. Ign. Suharto, 1994, "Responses To Low Waste Technology About Hazardous and Non-Hazardous of Industrial Wastes", The Asia Foundation-USAID, San Francisco, USA.

1.1.2. Tingkat Nasional

12. Ign. Suharto, 1973, "Cara Ekstraksi, Minyak Hati Ikan Hiu", Proceeding Seminar Teknologi Pangan I, Balai Penelitian Kimia, Bogor.
13. Ign. Suharto, 1973, "Metoda Pengawasan Untuk Citrus Wastage", Proceeding Seminar Teknologi Pangan I, Balai Penelitian Kimia, Bogor.
14. Ign. Suharto, 1978, "Prospek Limbah Pertanian Untuk Produksi Metama", Teknologi Indonesia, Jilid I, No 1, Bandung.
15. Ign. Suharto, 1978, "Inventarisasi dan Pemanfaatan Limbah Industri Pertanian", Proceeding Diskusi Masalah Bahan Baku Kimia Untuk Industri", Lembaga Kimia Nasional - LIPI, Bandung.
16. Ign. Suharto, 1987, "Peranan Ilmu Teknik Dalam Meningkatkan Mutu Akademis di Universitas Pasundan", Dies Natalis XXVII Universitas Pasundan, Bandung.
17. Ign. Suharto, 1988, "Bioreaktor Fluidisasi untuk Mencegah Pencemaran Bahan Beracun dan Berbahaya", Warta Insinyur Kimia Indonesia, Badan Keguruan Kimia - Persatuan Insinyur Indonesia, Vol II, No 2, Jakarta.
18. Ign. Suharto, 1990, "Analisa Kasus Pelaksanaan Kredit Usaha Tani (KUT) di Indonesia", Kertas Kerja Perorangan Analisis Kasus, Lembaga Administrasi Negara dan Departemen Pertanian, Sekolah Staf dan Pimpinan Administrasi Negara dan Departemen Pertanian, Sekolah Staf dan Pimpinan Administrasi, Angkatan X, Ciawi, Bogor.
19. Ign. Suharto, 1990, "Studi Teknologi Fermentasi Makanan Tradisional ditinjau Dari Fungsi Manajemen", Kertas Kerja Perorangan Rencana Kerja, Lembaga Administrasi Negara dan Departemen Pertanian, Sekolah Staf dan Pimpinan Administrasi, Angkatan X, Ciawi, Bogor.
20. Ign. Suharto, 1992, "Biodegradasi Limbah Fenol", Majalah Tridharma, Nomor 3 Tahun V, Bandung.
21. Ign. Suharto, 1993, "Scaling-Up of Solid Substrate of Cassava Peel Fermentation By Rhizopus sp To Protein From Laboratory Into Semi Pilot Scales", Majalah Tridharma, Nomor 4, Tahun V, Bandung.
22. Ign. Suharto, 1993, "Prinsip Pengering Kabutan Pada Kunyit dan Penerapannya Dalam Tahu Kedele", Majalah Tridharma, Nomor 6, Tahun V, Bandung.
23. Ign. Suharto, 1994, "Bioreaktor Fluidisasi dan Teknologi Air Konvensional", Majalah Tridharma, Nomor 6, Tahun VI, Bandung.
24. Ign. Suharto, 1994, "Eksistensi SMP dan SMA Katolik dan Peranannya Terhadap Peluang Pembukaan Sekolah Menengah Kejuruan Di Masa Mendatang", Seminar Pendidikan

- Non-Formal, Lembaga Penelitian dan Sosial -
Konperensi Wali Gereja Indonesia - **Jakarta.**
25. Ign. Suharto, 1994, "Penyiapan Sumber Daya Manusia Yang Menguasai Ilmu dan Teknologi Oleh Lembaga Swasta Katolik", Seminar Pendidikan Non-Formal, Lembaga Penelitian dan Pengembangan Sosial KWI, **Yogyakarta.**
26. Ign. Suharto, 1993, "Komersialisasi Agro-Teknologi : Ilmu dan Bisnis Vitamin C Sari Buah Jambu Mete", Majalah Tridharma, Nomor 8, Tahun V, **Bandung.**
27. Ign. Suharto, 1993, "Manajemen Limbah Industri", Balai Litbang Industri, **Semarang.**

12.2. Publikasi/Makalah Tim

12.2.1. Tingkat Internasional

28. Ign. Suharto, et al, 1976, "Development and Utilization of Locally Available Cereal With Special Reference to Bread and Cookies Processes", Proceeding of The ASEAN Food Habits Workshop, **Kuala Lumpur, Malaysia.**
29. Rusman, S and Ign. Suharto, 1978, "Mass Transfer in the Drying of Coconut", J. Energy, Heat Mass Transfer, 1, **New Delhi, India.**
30. Ign. Suharto, et al, 1979, "Mini Fermentation to Produce Single Cell Protein From Molasses", **The United Nation University, Tokyo, Japan.**
31. Adi Rahardjo, Ign Suharto, et al, 1981, "Preliminary Study of The Potency of Agricultural Waste and Agro-Industrial Waste As Animal Feedstuff", Proceeding of The First ASEAN Workshop On The Technology of Animal Feed Production By Utilization of Food Material, **Bandung, Indonesia.**
32. Heru Prijanto, Ign. Suharto, 1981, "Preliminary Processing of Mixed Concentrated Feed From Non-Conventional Material For Cattle and Rural Communities", Proceeding of The First ASEAN Workshop on The Technology of Animal Feed Production By Utilization of Food Waste Materials, **Bandung, Indonesia.**
33. P.I. Pudjiono, Ign. Suharto, et al, 1981, "Construction of Equipment For The Production of Mixed Concentrated Feed At The Village Technology Centre", Proceeding of The First ASEAN Workshop on The Technology of Animal Feed Production By Utilization of Food Waste Materials, **Bandung, Indonesia.**
34. Ign. Suharto, et al, 1982, "Diffusion of Technology For Production of Mixed Concentrated Feed From Laboratory to Rural Communities", Proceeding of The First ASEAN Workshop on The Technology of Animal Feed Production By Utilization of Food Waste Materials, **Bandung, Indonesia.**

35. Siti Isnijah, Ign. Suharto, et al, 1983, " Evaluation of Thermal Processing of Five Kinds of Formulated Tempe and Soybean Curd" Annual Report of The ASEAN Working Group on Food Technology.
36. Heru Prijanto, Ign. Suharto, 1984, " Utilization of Fresh Sugar Cane for Beef Cattle Feedings", The First LIPI-ILOB Workshop on Biological, Chemical and Physical Evaluation of Lignocellulosic Residues, 22 - 27October, **Yogyakarta, Indonesia.**
37. Ign. Suharto, et al, 1984, " Thermal Death Kinetics of Microorganism on Canned Fruit Under and Post Heat Processing" , Annual Report of the ASEAN Working Group on Food Technology Research and Development.
38. Siti Isnijah, Ign. Suharto, Adi R, 1986, " Preservation of Soybean Curd by Using Potassium Sorbate Solution" , Annual Report of The ASEAN Working Group on Food Technology Research and Development.
39. Ign. Suharto, et al, 1986, " Development, Problems and Scalling-Up Factors in the Methane Production of Cassava Solid Waste", ASEAN Conference in Energy from Biomass Development Towards Efficient Utilization of Biomass Energy, 13-15 October 1986,**Penang, Malaysia.**
40. Ign. Suharto and Romlah K, 1986, " Preparation of Cashew Apple Juice Powder" , Annual Report of the ASEAN Working on Food Technology Research and Development.
41. Ign. Suharto, et al, 1986, " National Survey on Food Industries" , Annual Report of the ASEAN Working on Food Technology Research and Development.
42. Ign. Suharto and Sumarsono, 1987, " Production and Development of ProVitamin A from Carrot by Spray Drier" , Annual Report of the ASEAN Working on Technology Research and Development.
43. Ign. Suharto and Sumarsono, 1987, " Production of Cashew Apple Juice a Laboratory Scale" , Annual Report of the ASEAN Working on Food Technology Research and Development.
44. Ign. Suharto and Sumarsono, 1987, " Production of High Vitamin C from Cashew Apple Juice by Spray-Drier" , Annual Report of the ASEAN Working on Food Technology Research and Development.
45. Ign. Suharto, et al, 1987, " Transfer of Technology Low Cost Food Production in Indonesia" , Annual Report of the ASEAN Working on Food Technology Research and Development.
46. Tri Astuti, Ign. Suharto, 1987, " Fattening of Beef Cattle On Farmers In The Village Using Different System of Management, Treated and Untreated Straw Supplemented With Concentrated Feed" , Proceeding The Second Workshop On Crop

- Residues For Feed and Other Purposes, LIPI - ILOB Dutch Government, Grati.
47. Moch. Kismurtono, Ign. **Suharto**, 1987, " Commercial Animal Feed Agro-Industrial Waste in Denpasar", The Second Workshop On Crop Residues For Feed and Other Purposes, LIPI - ILOB Dutch Government, Grati.
 48. Ign. **Suharto**, R.H. Trisnamurti, 1987, " Modelling and Control Erythromycin Fermentation from Glucose by Streptomyces Erythreus ATCC 16394", Proceeding of **UNESCO** Regional Workshop Bioinformatics data base, System Analysis and Process Control in Biotechnology, 10 - 14 November 1987, **Osaka University, Osaka, Japan.**
 49. R.H. Trisnamurti, Ign. **Suharto**, 1987, " Modelling and Control of Process in Fermentation System", Proceeding of UNESCO Regional Workshop on Data Base, System Analysis and Process Control in Biotechnology, 10 - 14 November 1987, **Osaka University, Osaka, Japan.**
 50. Ign. **Suharto**, et al, 1988, " Modelling, Monitoring and Control of Tetracycline and Erythromycin Fermentation", International Conference On Biotechnology and Food 20 - 24 February 1988, **Hohenheim University, Stuttgart, West Germany.**
 51. Ign. **Suharto** and Akrom H, 1988, " Mathematical Model, Design, Construction and Instalation of Fluidized Bed Combustor of Rice Hulls for Heat and Power in Indonesia", ASEAN Workshop on Conversion of Biomass, 26 - 28 September 1988, **Prince of Songkla University, Hatyai, Thailand.**
 52. Ign. **Suharto**, et al, 1988, " Production, Development and Utilization of Formulated Food by Steam Processing", Workshop on Low Cost Weaning Food Production in Indonesia, 11-12 July 1986, Sponsored by Indonesia and **Dutch Government, Jakarta.**
 53. Romlah K, Ign. **Suharto**, 1988, " Optimization and Performance Test of Extruder Cooker Type K-030-70 Material", Workshop on Low Cost Weaning Food Production in Indonesia, 11-12 July 1988, Sponsored by Indonesia and **Dutch Government, Jakarta.**
 54. Ign. **Suharto**, et al, 1989, " Development of Weaning Food Product Packaging", Competitive Technology for The Food Industry in Asia, Pro Pak Asia 89,30 May - 2 June 1989, **Bangkok, Thailand.**
 55. Ign. **Suharto**, et al, 1989, " Development of Cashew Apple Juice and Vitamin C from Cashew Apple Juice by Spray Dryer", The Asian - Australian Conference

Biotechnology Market in ASEAN, 21 - 23 August 1989, Perth, Australia.

56. Akrom, H and **Ign. Suharto**, 1989, "Construction of Fluidized Bed Combustor for Rice Husk in Indonesia", Proceeding of The Second ASEAN Fluidized Combustion (FBC) Design Workshop, 9 - 10 November 1989, Forest Products Research and Development Institute College, Laguna, Philippines.
57. **Ign. Suharto** and Moch. Kismurtono, 1993, "Preliminary Design of Equipment Engineering On Active Carbon For The Future Development", 11th Conference of ASEAN Federation of Engineering, Singapore.
58. **Ign. Suharto** and Akrom, H, 1993, "Strategy of Process and Assessment of Fluidized Bed Combustor of Rice Hulls For Energy", 11th Conference of ASEAN Federation of Engineering, Singapore.
59. **Ign. Suharto** and Moch. Kismurtono, 1994, "Effect of Aluminium Concentration and Mixing Time On The Treatment of Paint Wastewater", International Convention On Regional Engineering Development and Business Opportunities, The Institution of Engineering Singapore
60. **Ign. Suharto** and Stephanus Tumbelaka, 1994, "Intelligent Computer Assisted Learning", International Convention On Regional Engineering Development and Business Opportunities, The Institution of Engineering Singapore

12.2.2. Tingkat Nasional/Makalah Tim

61. Adi Rahardjo dan **Ign. Suharto**, 1972, "Cara Ekstraksi Minyak Hati Ikan Hiu", Buletin Lembaga Kimia Nasional - LIPI, KJ, Bandung
62. **Ign. Suharto**, et al, 1981, "Telaah Kelayakan Bawang Merah dan Lombok Merah" dalam buku terbitan Lembaga Kimia Nasional LIPI, Bandung.
63. **Ign. Suharto**, et al, 1981, "Laporan Survey Bahan Baku Kimia Untuk Industri", dalam buku terbitan Lembaga Kimia Nasional - LIPI, Bandung.
64. I.M. Nitis, **Ign. Suharto**, et al, 1983, "Pengaruh Limbah Ayam Petelur Terhadap Penampilan Babi Bali X Saddele Back Pada Sistem Tumpang Sari", dalam Laporan Hasil Penelitian Fakultas Peternakan, Universitas Udayana, Bali.
65. R. Sudjana, **Ign. Suharto**, et al, 1983, "Pembuatan Formula Makanan Campuran Untuk Ternak Sapi dan Pemakaiannya", Dalam Proceeding Pemanfaatan Limbah Pangan dan Limbah

- Pertanian untuk Makanan Ternak, terbitan Lembaga Kimia Nasional-LIPI, Bandung.
66. **Ign. Suharto** dan Soefjan Tsauri, 1983, " Pencarian Bahan Baku untuk Obat-obatan Bahan Baku Kimia Industri Oleh Aktivitas Jasad Renik", Dalam Proceeding Seminar Nasional Kekayaan Alam Indonesia Sebagai Sumber Bahan Baku Obat, ITB Bandung.
 67. A.Subijanto, **Ign. Suharto**, et al, 1984, " Pengolahan Pucuk Tebu Kering Untuk Bahan Pakan Sapi Potong", Proceeding Lokakarya Pertama Evaluasi Biologi, Kimia, dan Fisika Limbah Lignoselulosa, terbitan Kimia Nasional-LIPI, 22-24 Oktober, Yogyakarta.
 68. A.Subijanto, **Ign. Suharto**, et al, 1984, " Pengolahan Pucuk Tebu Kering Untuk Bahan Pakan Sapi Potong", Proceeding Lokakarya Pertama Evaluasi Biologi, Kimia, dan Fisika Limbah Lignoselulosa, terbitan Kimia Nasional-LIPI, 22-24 Oktober, Yogyakarta.
 69. M. Nitis, **Ign. Suharto**, 1987, " Konsentrat Protein Limbah Rumah Potong Sapi dan Limbah Pengalengan Ikan Makanan Ayam Petelur", Fakultas Peternakan, Universitas Udayana, Bali.
 70. R. Sarwono, **Ign. Suharto**, 1987, " Produksi Gas Bio Dari Onggok Digester Skala Pilot-Plant", Lembaran Publikasi LEMIGAS ISSN : 0125-9644.
 71. Ahmad, M.B, **Ign. Suharto**, et al, 1990, " Peningkatan Koordinasi Dalam Rangka Pemantapan Kebijakan Pola PIR Untuk Mendorong Pembangunan Wilayah Kertas Kerja Subyek II, Lembaga Administrasi Negara dan Departemen Pertanian, Sekolah Staf dan Pimpinan Administrasi Angkatan X, Ciawi, Bogor.
 72. Joko, S.S, **Ign. Suharto**, et al, 1990, " Pengembangan Jabatan Fungsional Lingkungan Departemen Pertanian Sebagai Upaya Pendayagunaan Aparatur Pemerintah", Kertas Subyek I, Lembaga Administrasi Negara Departemen Pertanian, Sekolah Staf dan Pimpinan Administrasi, Angkatan X, Ciawi, Bogor.
 73. E. Pasandaran, **Ign. Suharto**, et al, 1990, " Peningkatan Kepemimpinan Aparatur Pemerintah Dalam Rangka Terwujudnya Otonomi yang Nyata dan Bertanggung jawab Pada Pemerintah di daerah Di tinjau dari aspek Sumber Daya Manusia Dalam Sektor Pertanian", Kertas Kerja Tema, Lembaga Administrasi Negara dan Departemen Pertanian, Sekolah Staf dan Administrasi Angkatan X, Ciawi, Bogor.
 74. **Ign. Suharto**, et al, 1984, " Suatu Telaah Keadaan Bahan Untuk Makanan Campuran Ternak Masalah dan Potensi Pengembangan", buku terbitan Lembaga Kimia Nasional-LIPI, Bandung.

75. Ign.Suharto, et al, 1984, "Modelling, Monitoring dan Pengendalian Fermentasi Tetrasiklina dari Asam Asetat Oleh Streptomyces sp", Proceeding Konggres Ilmiah Nasional V Ikatan Sarjana Farmasi Indonesia, 26- 28 Agustus 1984,Bandung.
76. Ign. Suharto, et al, 1984, "Potensi dan Pemanfaatan Tetes di Indonesia", Buku Terbitan Lembaga Kimia Nasional-LIPI, Bandung.
77. E.I. Wiloso, Ign. Suharto,R. Sarwono, 1986, " Percobaan Produksi Gas Bio Dari Onggok (Limbah Padat Tapioka) Dengan Sistem Semi Kontinyu pada Digester Skala 176 liter", Buletin Limbah Pangan Vol II(2), April, Bandung.
78. R. Sudjana, R.H. Trisnamurti, Ign. Suharto, 1986, " Studi Analisa Tekno-Ekonomi Bahan Makanan Campuran Untuk Ternak di Sanggaran, Denpasar, Bali ", Buletin Limbah Pangan Vol II (4), Oktober 1986, Bandung.
79. Sumarsono, Ign. Suharto, Adi Rahardjo, 1986, " Fermentasi Permukaan Asam Sitrat dari Tetes Tebu", Buletin Limbah Pangan Vol II (3), Juli 1986, Bandung.
80. Lik Anah, Eny M, Ign. Suharto, 1987, "Pemanfaatan Limbah Peternakan dan Pertanian untuk Bahan Makanan Ternak", Buletin Limbah Pangan Vol III(2), April 1987, Bandung.
81. Wiloso, E.I, Ign. Suharto, R. Sarwono, 1987, " Produksi Gas Bio Dari Onggok pada Digester 176 liter dengn Waktu Tinggal 30, 50, 100 hari", Buletin Limbah Pangan Vol III (2), April 1986, Bandung.
82. Ign. Suharto, P Sukpto, 1993, " Kesesuaian Manajemen Penelitian dan Pengembangan Dengan Dunia Usaha dan Industri", Balai Litbang Industri, 30 Nopember - 4 Desember 1993, Semarang..

12.3. Buku-buku

83. Ign. Suharto, 1994, " Bioteknologi Dalam Dunia Industri", Penerbit P.T. Andi Offset, Yogyakarta.
84. Ign. Suharto, 1994, " Responses To 100 Questions About Hazardous and Non-Hazardous Wastes", The Asia Foundation - San Fransisco - USA.

13. Menyajikan Makalah Ilmiah.

13.1. Menyajikan Makalah Ilmiah Forum Dalam Negeri

1. Seminar Teknologi Pangan I Tanggal 26 Februari sampai dengan Tanggal 1 Maret 1973, Balai Penelitian Kimia, Bogor.
2. Seminar Teknologi Pangan II Tanggal 11 sampai dengan 13 Maret 1975, Balai Penelitian Kimia Bogor.
3. Seminar Minyak Astiri II Tanggal 20 sampai dengan 22 April 1978, Balai Penelitian Kimia Bogor.
4. Seminar Makalah Bahan Baku Untuk Industri, 1 - 2 Agustus 1978, Lembaga Kimia Nasional LIPI, Bandung.

5. Seminar Nasional Biokimia II, 5 - 7 Maret 1979, Yogyakarta.
6. The First ASEAN Workshop On Technology of Animal Feed Production Utilizing Food Waste Materials, 26 - 28 Agustus 1981, Bandung.
7. Seminar Workshop The Use of Organic Residues In Rural Communities, The United Nations University, Denpasar.
8. Seminar Pemanfaatan Limbah Pangan dan Limbah Pertanian Untuk Makanan Ternak, 10 - 12 Januari 1983, Yogyakarta.
9. Seminar Nasional Kekayaan Alam Indonesia Sebagai Sumber Bahan Baku Obat, Tanggal 5 - 7 Desember 983, Bandung.
10. Seminar Evaluasi Biologi, Kimia dan Fisika Limbah Lignoselulosa, 22 - 24 Oktober 1984, LIPI-ILOB, Yogyakarta.
11. Kongres Ilmiah Nasional V Ikatan Sarjana Farmasi Indonesia, 26 - 28 Agustus 1984, Bandung.
12. Second Workshop On Crop Residues For Feed And Other Purpose, 16 - 17 Nopember 1987, LIPI-ILOB, Grati.
13. National Workshop On Recent Biomass Development In Indonesia, 9 - 10 Februari 1988, Jakarta.
14. Konvensi V Badan Kejuruan Kimia Persatuan Insinyur Indonesia, 14 - 15 Juli 1988, Jakarta.
15. Workshop On Low Cost Weaning Food Production Under The Collaboration On Ministry of Health Republic of Indonesia And Ministry For Development Cooperation, The Netherlands, 11 - 12 Juli 1988, Jakarta.
16. Seminar Biotechnology And Food tanggal 24 Juli 1991, Universitas Pasundan, Bandung.
17. Peningkatan Pembinaan Dan Motivasi Pimpinan, Staf Dan Administrasi Balai Penelitian Dana Pengembangan Industri Seluruh Indonesia, Balai Litbang Industri, 30 Nopember - 4 Desember 1993, Semarang.
18. Eksistensi SMP dan SMA Katolik Peranannya Terhadap Peluang Pembukaan Sekolah Kejuruan Di Masa Mendatang, Seminar Pendidikan Non-Formal, Lembaga Penelitian Dan Pengembangan Sosial-KWI, 14 - 18 Februari 1994, Yogyakarta.
19. Penyiapan Sumber Daya Manusia Yang Menguasai Ilmu Dan Teknologi Oleh Lembaga Swasta Katolik, Seminar Pendidikan Non-Formal, Lembaga Penelitian Dan Pengembangan Sosial-KWI, 14 - 18 Februari 1994, Yogyakarta.

13.2. Menyajikan Makalah Ilmiah Dalam Forum Internasional

20. The Second ASEAN Food Habits Workshop, 7 - 11 Juli 1979, **Kuala Lumpur, Malaysia.**
21. The First ASEAN Workshop On Fermentation Technology, 22 - 24 February 1982, **Kuala Lumpur, Malaysia.**
22. ASEAN Conference On Energy From Biomass, 13 - 15 October 1986, **Penang, Malaysia.**
23. UNESCO Regional Workshop On Bioinformatic Data Base, System Analysis And Process Control In Biotechnology, 10 - 14 May 1987, **Osaka University, Osaka, Japan.**
24. The ASEAN Fluidized Bed Combustor Study Group, 18 - 23 May 1987, **SIRIM, Kuala Lumpur, Malaysia.**
25. International Conference On Biotechnology And Food, 20 - 24 February 1989, Honhenheim University, **Stuttgart, Germany.**
26. Asian-Australian Biotechnology Markets In ASEAN, 21 - 23 August 1989, **Perth, Australia.**

27. Cassava As Functional Ingredients In Bread And 100 Recipes Processing For Diversification of Staple Food In Indonesia, (1992), 3rd ASEAN Science & Technology Week, **Singapore.**
28. Indonesian Hazardous Wastes Management : Low Waste Technology And Environment By Ign. Suharto, (1993), University of STO Tomas, **Manila, Philippines.**
29. Waste And Hazardous Materials In The Environment, By Ign. Suharto, (1993), University of STO Tomas, **Manila, Philippines.**
30. Preliminary Design of Equipment Engineering On Active Carbon For The Future Development By Ign. Suharto And M. Kismurtono, (1993), 11th Conference of ASEAN Federation of Engineering, **Singapore.**
31. Strategy of Process And Assessment of Fluidized Bed Combustor of Rice Hull For Energy By Ign. Suharto And Akrom, (1993), 11th Conference of ASEAN Federation of Engineering, **Singapore.**
32. Modelling And Scaling-Up of Bioreactor For Saw Dust Fermentation By Cellulolytic And Acetic Acid Fermentation By A Aceti By Ign. Suharto, (1994), National University of **Singapore.**
33. Effects of Aluminium Sulphate Concentration and Mixing Time On The Paint Wastewater, 13 - 15 October 1994, REDBO, National University of **Singapore.**

13.3. Delegasi Indonesia Di Forum Internasional

13.3.1. Ketua Delegasi

1. The First Meeting of The ASEAN Working Group On Food Technology Research Development, 25 - 28 February 1982, **Penang, Malaysia.**
2. The Second Meeting of The ASEAN Working Group On Food Technology Research And Development, 1 - 10 October 1982, **Bangkok, Thailand.**
3. The Fourth Meeting of The ASEAN Working Group On Food Technology Research And Development, 3 - 9 October 1983, **Philippines.**
4. The Fifth Meeting of The ASEAN Working Group On Food Technology Research And Development, 19 - 24 February 1984, **Surabaya, Indonesia.**
5. The Tenth Meeting of The ASEAN Working Group On Food Technology Research And Development, 18 - 24 October 1986, **Jakarta, Indonesia.**
6. The 12th Meeting of The ASEAN Working Group On Food Technology Research And Development, 24 - 26 November 1987, **Singapore.**
7. The Thirteenth Meeting of The ASEAN Working Group On Food Technology Research And Development, 4 - 6 February 1988, **Bandung, Indonesia.**
8. The Consultative Meeting of The ASEAN Working Group On Food Technology Research And Development, 12 - 14 May 1988, **Singapore.**
9. The Fourteenth Meeting of The ASEAN Working Group On Food Technology Research And Development, 20 - 22 October 1988, **Bangkok, Thailand.**
10. The Fifteenth Meeting of The ASEAN Working Group On Food Technology Research And Development, 2 - 4 February 1989, **Manila, Philippines.**
11. The Sixteenth Meeting of The ASEAN Working Group On Food Technology Research And Development, 22 - 24 June 1989, **Penang, Malaysia.**

12. The Consultative Meeting of The ASEAN Working Group On Food Technology Research And Development, 6 - 10 November 1989, **Chiang Mai, Thailand.**
13. The First Meeting of ASEAN Project Management Committee On Food Technology Research And Development, 6 - 9 March 1990, **Bali.**
14. The Second Meeting of ASEAN Project Management Committee On Food Technology Research And Development, 30 August - 1 September 1990, **Singapore.**
15. The Third Meeting of ASEAN Project Management Committee On Food Technology Research And Development, 21 - 23 September 1992, **Singapore.**

13.3.2. Anggota Delegasi Indonesia Di Forum Internasional

1. International Seminar On Technology Transfer, 1972, **New Dehli.**
2. First Seminar Workshop, ASEAN Sub-Committee On Protein, 6 - 10 November 1978, **Manila, Philippines.**
3. The Second ASEAN Food Habits Workshop, 7 - 11 July 1979, **Kuala Lumpur, Malaysia.**
4. The 9th Meeting of The ASEAN Sub-Committee On Protein, 19 - 24 February 1979, **Bali, Indonesia.**
5. The Second Meeting of The ASEAN Working Group On Food Waste Materials, 3 - 4 September 1979, **Jakarta, Indonesia.**
6. The Eleventh Meeting of The ASEAN Working Group On Food Waste Materials, 12 - 23 January 1980, **Bangkok, Thailand.**
7. Seminar HPLC Application In The Food And Agriculture Fields Held By Waters Associates Pty. Ltd, March 1981, **Bandung, Indonesia.**
8. First ASEAN Workshop On Fermentation Technology Applied To The Utilization On Food Waste Materials, 22 - 24 February 1982, **Kuala Lumpur, Malaysia.**
9. Food Conference, 16 -20 May 1992, **Singapore.**
10. Kunjungan Di Amerika, Belanda, Jerman Barat, Perancis dan Jepang Dalam Rangka Penjajagan Kerjasama Pengembangan Laboratorium Kimia, Fisika dan Metallurgi-LIPI, Di Puspitek-Serpong, Dari tanggal 25 September sampai dengan 29 Oktober 1983, atas dasar Surat Perintah Ketua BPP Teknologi No : SP/041/KA/BPPT/IK/83.
11. ASEAN-Australia Energy Study Tour 1983 Ke Australia atas biaya Department of Resources And Energy And Australian Development Assitance Bureau, Dari tanggal 30 April sampai dengan 15 Mei 1983, **Australia.**
12. ASEAN Conference On Energy From Biomass Development Towards Efficient Utilization of Biomass Energy, 13 - 15 October 1986, **Penang, Malaysia.**
13. Australian Institute of Food Science And Technology Convention Papers, 30th April To 5th May 1989, **Perth, Australia.**
14. Workshop On Competitive Technology For Food Industries In Asia, Pro-Pak Asia 9, 30 May - 2 June 1989, **Bangkok, Thailand.**
15. International Conference On Biotechnology And Food, 20 - 24 February 1988, Hohenheim University, **Germany.**
16. Seminar The First Asian-Australian Biotechnology Conference, Biotechnology Market In ASEAN, 21 - 23 August 1989, **Perth, Australia.**
17. ASEAN Workshop On Thermal Conversion of Biomass, 26 - 28 September 1988, Prince of Songkla University, **Hatyai, Thailand.**

18. The ASEAN Fluidized Bed Combustor Study Group, 18 - 23 May 1987, **SIRIM, Kuala Lumpur, Malaysia.**
19. Asosiasi Perguruan Tinggi Katolik (APTİK) ke Universitas-Universitas Di Negeri Belanda, tanggal 30 April sampai dengan 8 Mei 1988, **Netherlands.**
20. The Consultative Meeting of The ASEAN Working Group On Food Technology Research And Development, 12 - 14 May 1988, **Singapore.**
21. ASEAN Food Conference 1988, 23 - 26 October 1988, **Bangkok, Thailand.**
22. The Fourteenth Meeting of The ASEAN Working Group On Food Technology Research And Development, 20 - 22 October 1988, **Bangkok, Thailand.**
23. Delegasi Asosiasi Perguruan Tinggi Katolik ke Pertemuan "Congregatio Educationist Vatican", tanggal 18 - 25 April 1989, **Vatican-Roma, Italia.**
24. The Fifteenth Meeting of The ASEAN Working Group On Food Technology Research And Development, 2 - 4 February 1989, **Manila, Philippines.**
25. The Sixteenth Meeting of The ASEAN Working Group On Food Technology Research And Development, 22 - 24 June 1989, **Penang, Malaysia.**
26. The Consultative Meeting of The ASEAN Working Group On Food Technology Research And Development, 6 - 10 November 1989, **Chiang May, Thailand.**
27. "Codex Alimentarius Commision" yang Diselenggarakan Oleh FAO dan WHO, dari tanggal 5 - 12 February 1990, **Chiang May, Thailand.**
28. Mengikuti The Australian And New Zealand Institutes of Food Science And Technology, Food Pasific, 6 - 10 May 1990, Gold Coast, **Queensland, Australia.**
29. First Asian Conference On Food Safety, The Challenges of The 90s, 2 - 7 September 1990, **Kuala Lumpur, Malaysia.**
30. The Colloquium On Faith and Science, Federation of Asian Bishops Conferences, University of STO Tomas, 30 January - 6 February, **Manila, Philippines.**

14. Penataran Dan Lain-Lain

14.1. Penataran

1. Penataran P4 Tingkat Propinsi Daerah Tingkat I Jawa Barat Angkatan XI Dari tanggal 5 Nopember 1979 sampai dengan 20 Nopember 1979 di Bandung.
2. Residential Course On The Manegement of Research, Process And Product Development, from 29 November 1971 to 15 December 1971 Held By The LIPI In Cooperation With The Inveresk Research International, England.
3. Pendidikan Dan Latihan Manajemen Minaut Indonesia dari tanggal 9 - 13 Agustus 1976 Di Lembaga Pendidikan Dan Pembinaan Manajemen, Jakarta.
4. Lokakarya R & D Management Yang Diselenggarakan oleh LIPI Bekerjasama Dengan Denver Reserach Institute, University of Denver, USA Dari Tanggal 26 Nopember sampai dengan 1 Desember 1976.
5. Penataran Third ASEAN Congress of Nutrition, Yang Diselenggarakan oleh PERGIZI-PANGAN dan PERSAGI Dari tanggal 6 - 10 Oktober 1980 Di Jakarta.

6. Diklat Teknik Kepemimpinan Futurologi Yang Diselenggarakan oleh LIPI Dari tanggal 30 April sampai dengan 2 Mei 1981 di Bandung.
7. Penataran Kewaspadaan Nasional Dari tanggal 22 Juli sampai dengan tanggal 31 Juli 1985 Yang Diselenggarakan oleh LIPI Bekerjasama Dengan KOPKAMTIB dan LEMHANMAS di Jakarta.
8. Penataran Pengawasan Melekat Yang Diselenggarakan Pada Tanggal 30 Nopember 1988 sampai dengan 2 Desember 1988 Oleh LIPI di Bandung.
9. Workshop On Low Cost Weaning Food Production, Yang Diselenggarakan Oleh Ministry of Health, Republic of Indonesia And Ministry For Development Cooperation, The Netherlands, dari tanggal 11 - 12 Juli 1988 di Jakarta.

14.2. Lain-Lain

1. Wakil Ketua Rapat Umum Anggota Asosiasi Perguruan Tinggi Katolik Berturut-turut :
 1. Di Semarang, tanggal 23 - 25 Januari 1986
 2. Di Yogyakarta, tanggal 23 - 25 Januari 1987
 3. Di Malang, tanggal 21 - 23 Januari 1988
 4. Di Kuta Bali, tanggal 14 - 27 Februari 1989
2. Anggota Badan Pengurus Yayasan Universitas Katolik Parahyangan Dari Tahun 1987 - 1988, Bandung.
3. Sekretaris Badan Pengurus Yayasan Universitas Katolik Parahyangan Dari Tahun 1982 sampai dengan 1992, Bandung.
4. Pembina Penataran P4 Tingkat Propinsi Untuk Menatar Tingkat Instansi Propinsi/Kabupaten/Kotamadya/Kecamatan Berdasarkan Surat Keputusan Pembina Penataran Tingkat Propinsi Daerah Tingkat I Jawa Barat, Nomor 07/Ps.212 - DIK/SK/80 tanggal 2 Januari 1980.
5. Anggota Senat Fakultas Teknik Universitas Pasundan Tahun 1987, 1988, 1989, 1990 dan 1991, Bandung.
6. Organizing Committee ASEAN FOOD CONFERENCE 85, 18 - 23 October 1985, Manila, Philippines.
7. Steering Committee ASEAN FOOD CONFERENCE 88, 24 - 26 October 1988, Bangkok, Thailand.
8. Anggota Persatuan Teknologi Pangan Indonesia.
9. Anggota Perhimpunan Biokimia Indonesia.
10. Pengajar/Anggota Panitia Latihan Pra Jabatan LIPI tanggal 25 Februari sampai dengan 26 Maret 1985, Bandung.
11. Panitia "Second Workshop On Crop-Residues For Feed And Other Purpose" Yang Diselenggarakan Oleh LIPI, Fakultas Peternakan Universitas Gadjah Mada Dan Wageningen Agricultural University, 16 - 17 Nopember 1987, Grati.
12. Penyusunan Materi Dan Rekomendasi Hasil Uji Technology Peternakan Yang Diselenggarakan Oleh Direktur Bina Produksi Peternakan Dari tanggal 30 Januari sampai dengan 1 Februari 1986, Cipanas, Jawa Barat.
13. Penyelenggaraan Wisuda Dan Dies Natalis ke 36 Universitas Indonesia Dari tanggal 29 Januari sampai dengan 3 Februari 1985, Jakarta.
14. Pengarahan ASEAN Working Group Meeting Dan ASEAN EEC Workshop On Scale-Up, Cost Evaluation And Technology Transfer Of Biotechnology Processes, 4 - 12 Februari 1988, Bandung.
15. Pembina Koperasi BINA KIMIA Pusat Penelitian Dan Pengembangan Kimia Terapan-LIPI, Bandung.

16. Pelindung/Penasehat Pada Warta Kimia Analitik Terbitan Pusat Penelitian Dan Pengembangan Kimia Terapan-LIPI, Bandung.
17. Anggota Dewan Redaksi Buletin Limbah Pangan, Terbitan Proyek ASEAN Bidang Limbah Pangan, ISSN 0215-0174, Bandung.
18. Konsultasi Pada Laporan Survei Bahan Baku Kimia Untuk Industri Tahun 1980/1981, Terbitan Lembaga Kimia Nasional - LIPI, Bandung.
19. Anggota Team Survei Bahan Baku Kimia Untuk Industri Tahun 1981/1982 Dan 1982/1983, Terbitan Anggota Lembaga Kimia Nasional - LIPI, Bandung.
20. Penasehat/Pelindung Pada Suatu Telaah Keadaan Bahan Makanan Campuran Ternak, Masalah Dan Potensi Pengembangannya, Terbitan Lembaga Kimia Nasional - LIPI, 1984, Bandung.
21. Penasehat/Pelindung Pada Potensi Dan Pemanfaatan Tetes Tebu Di Indonesia, Terbitan Lembaga Kimia Nasional - LIPI, 1984, Bandung.
22. Consulting Editor Pada ASEAN Food Technology Research And Development Project 1982-1990, Published By : The Working Group On FTRD, ASEAN Committee On Science And Technology. Distributed By IFRPD, Kasetsart University, August 1990, Bangkok, Thailand.
23. Anggota Dewan Standarisasi Nasional, Kelompok Kerja Kodeks Pangan Indonesia, 1989-1991, Jakarta.
24. Seminar Nasional Kekayaan Alam Indonesia Sebagai Sumber Bahan Baku Obat Diselenggarakan Oleh Jurusan Farmasi ITB, Bandung, 5 - 7 Desember 1983.
25. Konvensi Nasional IV BKK-PH Di Yogyakarta, 2 - 4 Juli 1985.
26. Seminar Dialog Antara Iman Dan Kebudayaan Yang Diselenggarakan Oleh Yayasan Atma Jaya, 22 - 23 Februari 1988, Jakarta.
27. Dalam Kegiatan Seminar Nasional Rekayasa Genetika Yang Diselenggarakan Oleh PAU Bioteknologi ITB, 3 - 5 Nopember 1988, Bandung.
28. Seminar Nasional Pengembangan Strategi Perdagangan Luar Negeri Dan Industri Barang Ekspor Indonesia Dalam Repelita V Yang Diselenggarakan Oleh Fakultas Ekonomi Universitas Pasundan Dan Ikatan Sarjana Ekonomi Indonesia, 9 Juli 1988, Bandung.
29. Anggota Senat Guru Besar Universitas Katolik Parahyangan.

Bandung, 12 Nopember 1994

Prof.Dr.Ir. Ign.Suharto

